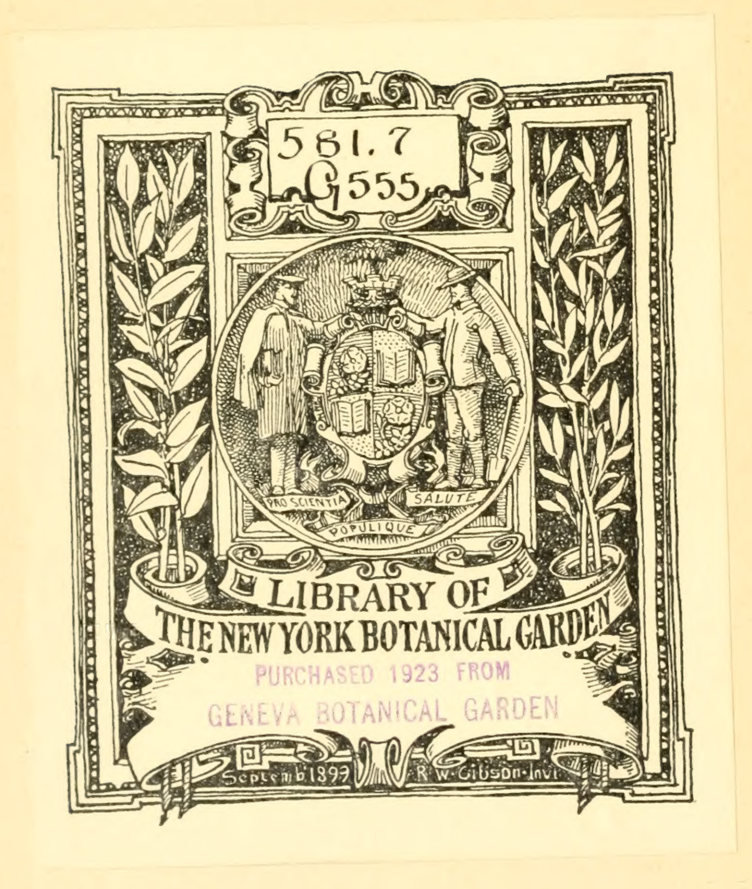



581.7
G555
PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PURCHASED 1923 FROM
GENEVA BOTANICAL GARDEN
Septemb 1897
R. W. Gibson Invt


John Briquet
Bibliotheca Botanica
No
1910.

A Monsieur le Dr J. Briquet
Hommage de l'auteur.
Remerciements et affectueux souvenirs
Genève, 20 Juin 1901
Goffart

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE DES FEUILLES

DANS LES

RENONCULACÉES

(Extrait des *Mémoires de la Société royale des Sciences de Liége*,
3e série, t. III, 1901.)

RECHERCHES

SUR

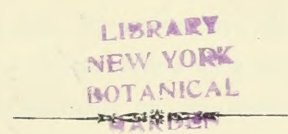
L'ANATOMIE DES FEUILLES

DANS LES

RENONCULACÉES

PAR

JULES GOFFART
DOCTEUR EN SCIENCES NATURELLES
LAURÉAT DU CONCOURS UNIVERSITAIRE



BRUXELLES
HAYEZ, IMPRIMEUR DE L'ACADÉMIE ROYALE DE BELGIQUE
Rue de Louvain, 112

1901

INTRODUCTION

« Je crois que, dans l'état actuel de la science, l'anatomie » comparée des végétaux exige la connaissance de la structure » dans toute l'étendue et à tous les âges de la plante. »

Cette réflexion par laquelle M. le professeur A. Gravis terminait un travail laborieux et approfondi sur les organes végétatifs de l'*Urtica dioica* (¹) lui a été suggérée par les nombreuses variations que présentent ces organes dans le temps et dans l'espace. Elle constitue donc un appel adressé aux anatomistes pour les engager à abandonner l'ancienne pratique des coupes isolées, qui est encore trop en honneur de nos jours.

Dans la feuille surtout, on s'est généralement borné à l'étude de quelques niveaux plus ou moins bien déterminés. Ainsi, le pétiole a été sectionné en son milieu ou à son sommet, le limbe a été coupé transversalement en un endroit quelconque et, d'après ces quelques coupes, on a cru connaître l'anatomie de la feuille. On a même été plus loin : de ces études plus que superficielles, on a tiré immédiatement des caractères en vue d'une application directe à la botanique systématique.

Si les efforts de ces botanistes n'ont pas toujours obtenu le succès qu'ils avaient espéré, on n'est pas en droit de conclure que la morphologie interne ne puisse un jour venir en aide à la

(¹) *Recherches anatomiques sur les organes végétatifs de l'*Urtica dioica L. (Mémoires couronnés et Mémoires des savants étrangers, t. XLVII, 1884.)

morphologie externe. La cause de l'échec réside uniquement dans l'imperfection des méthodes employées qui n'ont pas permis de saisir, avec une précision suffisamment rigoureuse, les relations existant entre les formes que nous distinguons à l'œil nu ou à la loupe et les détails d'organisation qui ne sont accessibles qu'à l'aide du microscope.

D'ailleurs, ne serait-il pas téméraire d'affirmer que l'anatomie générale a dit son dernier mot ? Avant de demander aux investigations anatomiques des caractères pouvant servir à la botanique systématique, ne convient-il pas de se livrer à une étude complète et approfondie des membres qui doivent être l'objet de ces investigations ?

« Tous les efforts du botaniste, dit Sachs, doivent tendre à » acquérir une connaissance exacte et parfaite de la structure » intérieure d'une plante dans son ensemble, de telle sorte que » son imagination seule puisse, au moment voulu, lui donner » une idée parfaitement nette de cette structure jusque dans ses » moindres détails. »

En m'inspirant de toutes ces idées, je me suis placé au point de vue de l'anatomie générale pour l'étude de la feuille, dans toute son étendue et à tous les âges, dans l'espace et dans le temps. On pourra, plus tard, s'assurer s'il y a possibilité d'appliquer le résultat de ces recherches à la botanique systématique, en ayant bien soin de multiplier les observations pour une même espèce et en tenant compte surtout des variations épharmoniques : étude de la feuille dans ses rapports avec le milieu ambiant.

C'est en vue de préparer déjà ce second point, que j'ai cru bon de porter mes investigations sur les espèces d'une même famille. J'ai choisi la famille des Renonculacées qui, on le sait, participe à la fois des Monocotylées et des Dicotylées par de nombreux

caractères, et qui présente un polymorphisme de l'appendice foliaire poussé excessivement loin. Je suis ainsi arrivé à grouper les genres d'après des caractères tirés de la feuille, dans le simple but toutefois de faciliter l'exposé de la matière. Il ne faut donc pas voir dans ce groupement un acheminement vers une réforme de la classification. De plus, ces groupes qui rayonnent autour d'un type décrit d'une manière approfondie, doivent se comprendre dans les limites des espèces étudiées.

J'ai cru devoir borner mes recherches à une seule famille, en examinant le plus grand nombre d'espèces possible. La recherche des types à décrire nécessite, en effet, de longs travaux préliminaires; l'organisation des feuilles dans une espèce ne peut souvent être exactement comprise que par la comparaison avec plusieurs espèces voisines. Il serait, en outre, bien difficile de tirer des conclusions de la comparaison de types choisis *a priori* et un peu au hasard dans les diverses familles végétales.

Une question se présente ici : Pour étudier *la feuille* d'une espèce végétale, quelle feuille choisira-t-on ? Nul n'ignore que, sur un même individu, on peut trouver de nombreuses formes très différentes l'une de l'autre. Je crois cependant que l'on peut se borner à étudier la feuille la plus complète, la plus grande, la plus développée, en un mot, ce que l'individu sait produire de mieux quand il végète dans les conditions ordinaires. Cette feuille, à l'état adulte, sera examinée dans toute son étendue. Pour la connaître à tous les âges, on étudiera l'organogénie dans le bourgeon, en choisissant l'époque la plus favorable. C'est la marche suivie dans ce travail. En plus, nous l'avons souvent étendue à toutes les formes de feuilles que l'on peut rencontrer chez un individu donné, spécialement en ce qui concerne les types choisis.

Afin d'éviter toute équivoque, disons dès maintenant que le

mot *feuille*, tel que nous l'employons, désigne toute dépendance latérale de la tige ayant une seule surface de symétrie et une croissance limitée. Ce membre appendiculaire présente des modifications adaptationnelles dont les principales sont : les feuilles végétatives, les feuilles bractéales, les feuilles souterraines, les feuilles pérulaires. Une feuille adulte complète comprend trois régions superposées : la gaine, le limbe, le pétiole.

La gaine est la région basilaire de la feuille; sa structure n'est pas constante à tous les niveaux. J'entends par là que les coupes successives ne sont pas superposables, n'étant pas toutes identiques. Il faut surtout considérer la gaine à deux époques bien distinctes où elle a deux fonctions différentes à remplir : dans le bourgeon, elle protège les feuilles plus jeunes; dans la feuille adulte, elle contribue avec le pétiole, par sa partie antérieure (1), à servir de support au limbe. Les caractères morphologiques de la gaine dans le bourgeon sont ordinairement différents de ces mêmes caractères dans la feuille adulte. La gaine se différencie de bonne heure et arrive à complet développement bien longtemps avant le limbe.

(1) Suivant l'exemple du savant professeur de Lille, M. C.-E. Bertrand (*Bulletin scientifique du département du Nord*, 2e série 1880, nos 2, 3 et 4), l'observateur est supposé dans l'axe de la tige, la tête vers le sommet végétatif, son plan médian coïncidant avec la surface de symétrie de la feuille et la face tournée vers cette feuille. Dès lors, une partie de la gaine est *antérieure*, devant l'observateur; une autre est *postérieure* quand la gaine atteint une insertion de 360°; enfin il existe des parties *latérales* à droite et à gauche de l'observateur.

Le pétiole et le limbe sont tout entiers *antérieurs*, devant l'observateur. On y reconnaîtra une face *interne*, plus fréquemment appelée face *supérieure*, à cause de la position qu'elle affecte ordinairement à l'état adulte, et une face *externe* ou face *inférieure*.

Le limbe est la région supérieure de la feuille. A l'état jeune, c'est tout ce qui surmonte la gaine; à l'état adulte, c'est tout ce qui surmonte le pétiole quand ce dernier ne fait pas défaut, ce qui est le cas le plus fréquent. Sa morphologie est éminemment variable. Le limbe se différencie après la gaine et toujours avant le pétiole.

Le pétiole est la région moyenne de la feuille. En règle générale, sa structure, en ce qu'elle a d'essentiel, est constante à tous les niveaux. Sa raison d'être est purement physiologique. C'est une région rétrécie, de croissance intercalaire tardive ([1]).

Quand une de ces trois parties manque dans la feuille, c'est généralement le pétiole. Dans plusieurs feuilles de nos Dicotylées à insertion étroite, la gaine à l'état adulte semble manquer.

Je me borne ici à ces quelques notions générales qui serviront à préciser, dès le début, le sens des mots le plus fréquemment employés dans le texte de ce mémoire. Ces notions seront confirmées et complétées par la suite. On remarquera que le sens du mot limbe, tel qu'il est établi plus haut, n'est pas celui qu'on lui reconnait généralement. Van Tieghem (**31**), notamment, et d'autres encore, attribuent au mot limbe le sens d'une lame verte, aplatie, plus ou moins étalée. De Candolle (**2**) définit le limbe « la partie de la feuille ou de la foliole formée par l'épa- » nouissement des fibres ou, en d'autres termes, tout ce qui » dans la feuille n'est pas pétiole ». Ne semble-t-il pas résulter de cette définition qu'une feuille d'*Actaea*, par exemple, soit

([1]) Les stipules sont généralement considérées comme formant une quatrième région de la feuille. M. Van Tieghem pourtant les considère comme « le résultat d'une ramification très précoce du pétiole ou du limbe », en d'autres termes, il les regarde comme « une première paire de folioles ».
J'aurai occasion de revenir sur ce point intéressant au cours du présent mémoire. (Voir notamment la note IV.)

formée d'un grand nombre de limbes? C'est à cause du peu de concordance qui existe entre les auteurs sur le sens de ce mot que j'ai été amené à en fixer plus nettement la compréhension. Et si l'on compare entre elles certaines feuilles, telles que feuilles de *Ranunculus acris, Trollius europaeus, Anemone alpina, Anemone nemorosa, Aquilegia vulgaris, Actaea spicata,* on sera naturellement forcé de désigner par un terme commun toute la région qui surmonte le pétiole. Le limbe peut être entier, denté, lobé ou profondément découpé; dans ce dernier cas, on doit y reconnaître un rachis primaire, parfois des rachis secondaires et plusieurs folioles. Dans aucun cas, le mot limbe ne me paraît devoir être employé comme synonyme de foliole. L'étude approfondie des diverses régions foliaires ne fait d'ailleurs que confirmer cette manière de voir, comme on pourra s'en convaincre plus loin.

Un mot maintenant à propos du parcours des faisceaux dans la feuille. Cette question a tout spécialement attiré mon attention; c'est d'ailleurs la moins étudiée jusqu'ici et par suite la plus mal connue. Cependant le système des faisceaux me paraît avoir en botanique au moins la même importance que le système circulatoire et même le système squelettique en zoologie. Néanmoins, la plupart des anatomistes se sont bornés à une coupe isolée, le plus souvent au milieu du pétiole. Tels sont Guillard, Cas. De Candolle, Marié, Chatin et beaucoup d'autres. Vesque lui-même, trop absorbé par les caractères purement histologiques, ne fait qu'effleurer la topographie des faisceaux dans la seule coupe qu'il pratique dans le pétiole. Cette négligence, de la part de ce botaniste, doit d'autant plus nous étonner que le système des faisceaux constitue dans la feuille le système le moins adaptable, et qu'il aurait pu trouver là de bons caractères au point de vue systématique. Dufour (**24**) a, en effet,

montré que tous les caractères histologiques de la feuille sont susceptibles de modifications sous l'influence des radiations lumineuses : dimension des feuilles en surface et en épaisseur, nombre des stomates, cellules épidermiques, cuticule, parenchyme palissadique, nombre et forme des vaisseaux, sclérenchyme, collenchyme, etc. Et il ajoute que si les faisceaux se modifient par suite d'une adaptation fixée et longue à un nouveau milieu, ces modifications en entraîneront d'autres, et l'on sera probablement en présence d'espèces en voie de formation !

Dans toutes mes recherches sur le parcours des faisceaux, j'ai suivi la méthode des coupes sériées depuis l'entre-nœud de la tige sous l'insertion de la feuille, jusque dans le limbe. Les coupes ont été fixées sur la lame par l'agar, d'après le procédé de M. le professeur Gravis (¹). Quelquefois, la feuille éclaircie par la potasse ou l'eau de Javelle, peut suffire pour permettre de suivre le parcours des faisceaux. Il faut toutefois avoir soin, pour ce qui concerne la gaine et le pétiole, de s'assurer au préalable, par quelques coupes transversales, s'il n'y a pas eu dédoublement de certains faisceaux vers la face interne : le dédoublement rend absolument nécessaire la méthode des coupes sériées.

Ce mémoire comprend deux parties. La première est l'exposé de mes observations : toutes les plantes étudiées sont ramenées à huit groupes présentés dans l'ordre qui m'a paru le plus propre à faciliter la rédaction. Cette première partie est suivie de quelques notes critiques.

La seconde partie contient une discussion des faits au point de vue de l'anatomie systématique.

(¹) Voir notes de technique micrographique dans les *Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége*, vol. I.

Une liste alphabétique des espèces étudiées et un résumé bibliographique sont annexés à l'ouvrage.

En terminant cette introduction, je suis heureux d'adresser ici à M. le professeur A. Gravis, mon savant maître, mes plus sincères remerciements pour les excellents conseils qu'il m'a sans cesse prodigués pendant tout le cours de mes recherches. Il a contribué pour une large part, ainsi que M. Crépin, directeur du Jardin botanique à Bruxelles, à me procurer les nombreux matériaux qui m'étaient nécessaires pour mener mon travail à bonne fin. Que ces messieurs veuillent bien recevoir l'expression de ma profonde reconnaissance.

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE DES FEUILLES

DANS LES

RENONCULACÉES

PREMIÈRE PARTIE.

PLAN DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Premier groupe : Type *Adonis autumnalis* L.
Genres : *Adonis, Garidella, Nigella, Ceratocephalus, Myosurus.*

Deuxième groupe : Type *Anemone nemorosa* L.
Genres : *Anemone, Hepatica, Eranthis, Aquilegia, Actaea, Cimicifuga, Thalictrum, Isopyrum.*

Troisième groupe : Type *Trollius europaeus* L.
Genres : *Aconitum, Delphinium.*

Quatrième groupe : Type *Caltha palustris* L.
Genres : *Ficaria, Oxygraphis.*

Cinquième groupe : Type *Helleborus fœtidus* L.
Genre : *Helleborus.*

Sixième groupe : Type *Pæonia officinalis* L.
Genre : *Pæonia.*

Septième groupe : Type *Clematis Flammula* L.
Genre : *Clematis.*

Huitième groupe : Types *Ranunculus Lingua* L., *R. aquatilis* L., *R. acris* L.
Genre : *Ranunculus.*
Notes critiques.

PREMIER GROUPE.

Type : ADONIS AUTUMNALIS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

Plante annuelle, hétérophylle.

Au-dessus de ses cotylédons, elle forme une série de feuilles végétatives (5-8) de plus en plus développées. Les plus inférieures de cette série sont insérées à des nœuds très rapprochés; elles atteignent leur état adulte au printemps et sont déjà flétries à l'époque de la floraison. Cette série progressive est suivie d'une autre série (5 à 8) dont le métamorphisme est régressif.

La tige se termine par une fleur sous laquelle on observe deux ou trois bractées plus ou moins espacées.

Les rameaux feuillés portent des feuilles en série régressive, ainsi que des rameaux de troisième ordre et des bractées.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

1. **Organogénie**. — La jeune feuille débute par un bourrelet subannulaire, quelque peu interrompu dans la région postérieure; son insertion est donc sensiblement de 360° : c'est la *feuille primordiale* qui se différenciera plus tard pour devenir la feuille adulte.

Au tout premier stade, la feuille primordiale possède une activité de croissance répartie à peu près également sur tout le pourtour de son bord supérieur. Bientôt cette activité de croissance se localise : d'abord en un point médian antérieur où se développe un *mamelon* dont le sommet est le sommet du limbe adulte, plus tard en deux points latéraux qui donneront naissance aux deux dépendances latérales de la gaine ou lobes de la gaine.

Ces points végétatifs qui apparaissent sur la feuille primordiale sont des *points végétatifs primaires*. Le limbe qui s'est développé aux dépens d'un seul point végétatif primaire est dit limbe *monacrone* ([1]). Les points végétatifs primaires engendrent des *segments primaires*.

Au stade suivant, apparaissent *des points végétatifs secondaires*, ainsi qualifiés parce qu'ils se développent sur un mamelon primaire. Ils apparaissent sur les bords de ce mamelon et en ordre acropète. Ce sont donc les points secondaires les plus inférieurs qui naissent les premiers et qui se développeront le plus, en produisant des *segments secondaires* plus grands et à divisions plus nombreuses. Un limbe adulte porte cinq ou six paires de segments secondaires.

Le segment secondaire inférieur porte à son tour quatre ou cinq paires de *segments tertiaires* acropètes qui ont pris naissance sur le segment secondaire de la même manière que les segments secondaires sur le segment primaire.

Quand toutes les divisions du limbe sont ainsi formées à l'état embryonnaire, des régions de croissance intercalaire apparaissent en divers endroits pour disperser toutes ces divisions dans l'espace. C'est d'abord à la base du mamelon médian, sous les segments secondaires inférieurs : cette région s'étrangle et s'allonge pour devenir le *pétiole*. Puis, toujours en ordre acropète, successivement entre les divers segments secondaires, se forment d'autres régions d'étranglement plus ou moins allongées dont l'ensemble forme le *rachis primaire*. Des *rachis secondaires* se produisent de la même manière dans les segments secondaires.

Quant à la gaine, de très bonne heure l'activité de croissance se localise dans les régions latérales. Il se produit ainsi, de chaque côté du plan médian, un mamelon qui, en se développant, donne naissance à des lobes assez diversement divisés à l'état adulte (pl. I, fig. 1). Ces lobes sont d'ordre primaire et ont la même valeur organogénique que le limbe tout entier. La gaine est dite alors *auriculée* et les dépendances latérales sont des

([1]) De μονος, un et αχρος, sommet.

auricules qui, dans le genre *Adonis*, sont généralement multifides ([1]).

La gaine ne suit pas entièrement le grossissement de la tige et, à l'état adulte, son angle d'insertion est réduit de moitié.

B. **Feuille adulte :**

1° Caractères extérieurs (fig. 1). — La feuille adulte se compose donc :

D'une gaine dont l'insertion est inférieure à 180° et pourvue de deux auricules multifides;

D'un pétiole assez allongé, demi-cylindrique et fortement canaliculé;

D'un limbe *monacrone composé* ([2]), constitué par un rachis primaire portant 5-6 paires de segments secondaires différenciés en ordre acropète.

Le segment secondaire inférieur est constitué par 4-5 paires de segments tertiaires entiers ou divisés, sessiles ou subsessiles sur les rachis secondaires.

2° Parcours des faisceaux (fig. 2). — Trois faisceaux sortent dans la feuille : un médian et deux latéraux; nous les représentons par

L M L.

Tout à la base de la gaine, les L donnent naissance à un marginal (représenté par *m*), qui bientôt se bifurque : une branche continue dans le pétiole, l'autre constitue le faisceau principal de l'auricule où il se ramifie.

A un niveau quelque peu supérieur, un nouveau faisceau naît des L : c'est un faisceau intermédiaire (représenté par *i*) qui parcourt le pétiole entre M et L. Dès lors la coupe typique du

([1]) Nous verrons dans un instant d'autres feuilles d'*Adonis* où ces appendices prennent un plus grand développement et ont l'allure des autres segments du limbe. Dès lors, il devient difficile et en tout cas fort inutile de les distinguer de ces autres segments, et par conséquent de leur réserver une appellation spéciale. (Voir note IV.)

([2]) Voir note VII.

pétiole comprend sept faisceaux disposés en arc à convexité externe. Cette coupe peut se représenter par la formule (fig. 3)

m L *i* M *i* *m*.

Cette structure est constante à tous les niveaux, si l'on ne tient pas compte des anastomoses obliques échangées entre ces faisceaux, çà et là et irrégulièrement. Ces anastomoses ne sont d'ailleurs ici que des rameaux de dérivation parcourant le tissu fondamental et de fort peu d'importance.

Le M va jusqu'au sommet du limbe; c'est le faisceau le plus fort et celui qui va le plus loin.

Les faisceaux L parcourent le rachis médian, tendant à converger vers le M et allant se perdre dans les anastomoses qui se trouvent à la base des segments secondaires supérieurs.

Les faisceaux *i* et *m* ne dépassent pas le niveau des segments secondaires inférieurs.

Chaque segment secondaire reçoit trois faisceaux : le principal de ces trois faisceaux est constitué par une branche insérée sur le faisceau L. Ces trois faisceaux parcourent le rachis secondaire en envoyant le même nombre de ramifications dans les rachis tertiaires. On retrouve encore le même nombre au sommet de chaque foliole (fig. 4).

3° Histologie :

a) *Pétiole.* Au milieu du pétiole (fig. 5), le faisceau M se compose d'un B_1 formé de quelques trachées écrasées et d'autres plus nombreuses qui ne le sont pas, toutes dispersées parmi des fibres primitives [1] non différenciées; d'un B_2 constitué par des trachéides étroites; d'une couche cambiale plus ou moins arquée; d'un liber; de quelques éléments sclérifiés extralibériens à parois peu épaisses.

Les faisceaux L présentent un facies analogue, mais sont un peu plus grêles. Les fibres extralibériennes peuvent manquer.

[1] C'est ainsi que M. Bertrand nomme les cellules procambiales du faisceau, qui ne sont pas différenciées. — B_1 désigne le bois primaire, B_2 le bois secondaire, *Tf.* le tissu fondamental.

Les faisceaux *i* et *m*, beaucoup plus grêles encore, n'ont pas de fibres sclérifiées.

Le *Tf.* lacuneux et chlorophyllien, surtout vers la face externe, présente une cavité centrale entre le faisceau M et la face interne. Pas de collenchyme.

L'épiderme présente des cellules allongées, presque toutes rectangulaires sur leur paroi extérieure. Celle-ci, légèrement cutinisée, est sillonnée de faibles striations longitudinales sur la face externe du pétiole. Stomates. Poils très rares.

b) *Gaine.* Rien de particulier.

c) *Limbe.* Les rachis ont une structure qui rappelle celle du pétiole; il en est de même des nervures.

Les extrémités des segments sont ordinairement parcourues par trois petits faisceaux qui se rejoignent au sommet Ces faisceaux, réduits à un petit nombre d'éléments, toujours sans sclérenchyme, n'offrent rien de bien particulier. Ils occupent le milieu du mésophylle ([1]).

Ce dernier (fig. 6) est nettement bifacial et présente un parenchyme palissadique formé de cellules non contiguës (fig. 7), séparées par de larges méats, de cinq à six fois plus longues que larges. Les palissades sont simples ou rameuses; ces dernières ont leurs branches parfois très écartées. Le parenchyme

([1]) Par *mésophylle,* j'entends ici le *Tf.* du limbe, abstraction faite des nervures et des rachis, en d'autres termes, ce qui comprend généralement le parenchyme ou mésophylle palissadique interne (supérieur) et le mésophylle spongieux externe (supérieur).

Au point de vue de la bifacialité et de l'équifacialité, il y a lieu de distinguer si elle porte sur le mésophylle ainsi limité, sur l'épiderme ou sur les deux à la fois. Certaines feuilles peuvent en effet avoir un *Tf.* bifacial et un épiderme équifacial. Je ne tiens pas compte des poils ni des stomates pour établir si un épiderme est bifacial, équifacial ou subéquifacial.

Quant aux *nervures,* il n'y a pas souvent de caractères particuliers à signaler. Ce n'est en somme que la continuation des rachis et par conséquent du pétiole; les caractères de ce dernier s'étendent dans les nervures jusqu'à une hauteur qu'il n'est guère facile de délimiter en ce qui concerne les faisceaux, le *Tf.* et l'épiderme.

spongieux est assez dense et constitué par des cellules peu rameuses (fig. 8).

L'épiderme (1) est équifacial (fig. 7 et 8), formé de cellules sinueuses toutes allongées dans le sens de l'axe du segment, à parois sensiblement plus épaisses à la face interne.

Stomates de la forme renonculacée (Vesque) ordinaire, sans cellules annexes, sur le pétiole, à la face externe du limbe et sur les bords de la face interne. Vers les extrémités des *segments*, les stomates existent sur les deux faces.

Sur le limbe, ils sont saillants : les cellules de bordure ou cellules stomatiques ont leurs parois fortement épaissies et cutinisées. Elles sont garnies vers l'extérieur de deux arêtes saillantes, se présentant sous forme de petites cornes sur la section transversale et limitant une antichambre stomatique bien constituée. Au contact des cellules de bordure, les cellules épidermiques péristomatiques présentent des sinuosités plus prononcées, visibles par transparence sous les cellules de bordure (fig. 8).

Poils dimorphes : les uns sont faiblement claviformes, courts, à membrane mince (*Drüsenhaaren*, des auteurs allemands); les autres sont cylindriques, allongés, rubanés, à membrane mince et sommet tronqué (*Deckhaaren*). Tous sont délicats et caducs. On les observe çà et là; ils sont d'ailleurs peu nombreux.

Les feuilles végétatives inférieures offrent ceci de particulier, que la gaine n'est jamais auriculée; elle est dite *simple* ou *non auriculée*, c'est-à-dire apparaissant comme une sorte d'élargissement court et triangulaire à la base du pétiole. Parfois cependant cette gaine s'élargit quelque peu et devient faiblement *ailée* sur les bords.

Le pétiole est allongé, plus grêle, et parcouru par trois ou cinq faisceaux. Le limbe est plus étroit, à segments secondaires acropètes, comme dans la feuille végétative la plus complète ou feuille principale.

(1) L'épiderme dont il s'agit ici, dans le limbe, est donc l'épiderme du mésophylle.

Une des feuilles végétatives supérieures, appartenant à la série régressive, présente une conformation assez différente (fig. 9). A mesure que l'on s'élève le long de la tige, on remarque que le pétiole devient de plus en plus petit, au point de devenir nul, tandis que les dépendances latérales de la gaine prennent plus de développement. Il en résulte que les segments secondaires inférieurs sont ainsi rapprochés de ces dépendances ou auricules.

L'examen du parcours des faisceaux nous montre le faisceau principal du segment secondaire inférieur, marqué α dans les figures 9 et 10, comme étant une dépendance du faisceau L (fig. 10), au même titre que celui qui lui correspond dans la feuille végétative principale (fig. 2).

La feuille de la figure 9 ne diffère en réalité de la feuille de la figure 1 que par l'absence de croissance intercalaire entre la gaine et les segments secondaires inférieurs.

Quelle que soit la hauteur où l'on considère la feuille sur la tige, le nombre de faisceaux qui pénètrent à la base de la gaine paraît être constant; c'est toujours trois.

Les caractères histologiques n'offrent rien de particulier.

FEUILLE BRACTÉALE OU BRACTÉE.

Je réserve le nom de feuille bractéale, ou plus ordinairement *bractée*, aux deux ou trois petites feuilles qui se trouvent sous la fleur et qui continuent vers le haut la série régressive des feuilles végétatives. Elles diffèrent de ces dernières en ce qu'elles sont plus petites, et qu'aucun bourgeon ne s'est développé à leur aisselle. Elles offrent exactement la même configuration que la feuille végétative supérieure décrite plus haut (fig. 9). Rien de particulier à signaler concernant leurs caractères histologiques.

GENRE *ADONIS*.

A. æstivalis L. — **A. flammeus** Jacq.

Ces deux espèces présentent une ressemblance si complète avec l'*Adonis autumnalis*, qu'aucun caractère de morphologie

interne ou externe, tiré de l'appendice foliaire, ne permet de les distinguer : l'hétérophyllisme est le même, le parcours, le nombre des faisceaux, le mésophylle, les particularités relatives aux stomates et le dimorphisme des poils sont identiques. Ceux-ci, surtout les poils rubanés, persistent davantage et sont plus nombreux sur les feuilles inférieures.

A. Volgensis Stev.

Espèce vivace. Chaque pousse porte une série de feuilles nettement progressive, suivie de quelques autres faiblement régressives. La feuille végétative la plus complète est représentée par la figure 11.

Au premier stade, le limbe se développe par plusieurs points végétatifs : un *médian* et deux *latéraux*. Il y a en outre deux points *marginaux*, destinés à former deux segments que l'on peut considérer ou bien comme les homologues des dépendances latérales multifides de la gaine dans l'*A. autumnalis*, ou bien comme des segments marginaux du limbe. A la suite d'une croissance intercalaire, le segment médian et les segments latéraux du limbe sont soulevés séparément par un rachis primaire médian et deux rachis primaires latéraux. Les segments marginaux sont aussi quelque peu rachidés.

Le pétiole est nul, ce terme étant exclusivement réservé au support d'un limbe non découpé, ainsi qu'au support commun des divers segments d'un limbe découpé.

Contrairement à celle de l'*A. autumnalis*, la feuille végétative de l'*A. Volgensis* possède donc une gaine courte, élargie, surmontée d'un limbe sessile et polacrone [1], à cinq segments primaires rachidés :

m L M L *m*.

[1] De πολυ, beaucoup, et αχρος, sommet. Le limbe de ces feuilles se développe donc aux dépens de plusieurs points végétatifs primaires.

Il faut bien noter que le polacronisme des *Adonis* n'est pas le même que celui que nous rencontrerons plus loin chez le *Trollius* et les genres voisins. Ici le limbe polacrone est combiné avec l'absence de pétiole; c'est ce qui explique l'indécision concernant les segments marginaux.

Elle reçoit de la tige cinq faisceaux (fig. 12) :

L *i* M *i* L.

Quant aux caractères histologiques, il faut surtout signaler, dans le limbe, un mésophylle bifacial (fig. 13) : cellules palissadiques, toutes simples, à peine deux fois plus longues que larges, séparées par d'étroits méats peu distincts ([1]), parenchyme spongieux dense. Épiderme à cellules sinueuses, un peu allongées, à la face interne seulement (fig. 14). A la face externe (fig. 15), des stomates non saillants et des poils rares, dimorphes, comme chez l'*Adonis autumnalis*.

Les cellules épidermiques qui constituent le bord des folioles ont leur paroi extérieure faisant une saillie assez prononcée vers le dehors et plus fortement épaissie dans la partie bombée (fig. 16). Elles rappellent les dents de certaines feuilles de Mousses.

Les feuilles du bas de la pousse sont réduites à une gaine large très développée, ovale-lancéolée. Plus haut cette gaine apparaît surmontée d'un petit limbe (fig. 17), où l'on reconnaît déjà les divers segments du limbe de la feuille végétative.

Elle reçoit de la tige sept faisceaux (fig. 18) :

m L *i* M *i* L *m*.

Les feuilles de la région supérieure ressemblent à la feuille végétative décrite plus haut; elles sont seulement plus réduites.

A. vernalis L.

Espèce vivace présentant le même hétérophyllisme que l'*A. Volgensis*.

La feuille végétative la plus complète (fig. 19) rappelle celle de l'*A. Volgensis* : son limbe est sessile et polacrone, mais composé de sept segments primaires rachidés :

m' *m* L M L *m* *m'*.

([1]) Visibles seulement sous l'épiderme de face (fig. 14).

Cette feuille reçoit de la tige cinq faisceaux (fig. 20):

m L M L *m*.

On remarquera ici la présence de deux faisceaux *m* et l'absence des deux faisceaux *i*.

Le mésophylle, l'épiderme, les stomates et les poils sont les mêmes que chez l'*A. Volgensis*. Les cellules épidermiques marginales, toutefois, ne présentent pas de saillies vers le dehors; leurs parois sont droites.

Les feuilles de la région inférieure ont une large gaine, et un rudiment de limbe comme dans l'*A. Volgensis*.

En résumé, le genre *Adonis* est caractérisé :

1° Par l'hétéromorphisme de ses feuilles qui sont, ou bien pétiolées, avec un limbe monacrone composé de segments secondaires rachidés, et une gaine simple, ailée ou auriculée, ou bien sessiles avec un limbe polacrone composé de 5-7 segments primaires rachidés;

2° Par la multipartition des segments du limbe et des auricules quant elles existent;

3° Par la bifacialité du mésophylle;

4° Enfin par le dimorphisme et le petit nombre des poils.

Deux groupes :

1) Feuilles inférieures pétiolées, à gaine simple ou faiblement ailée, à limbe bien développé. Palissades non rameuses et quelques-unes rameuses. Stomates saillants.

Espèces annuelles : *A. autumnalis* L., *aestivalis* L., *flammeus* Jacq.

2) Feuilles inférieures sessiles, à gaine large, à limbe rudimentaire. Palissades toutes simples. Stomates non saillants.

Espèces vivaces :

a) Cellules épidermiques marginales, à paroi extérieure bombée : *A. Volgensis* Stev.

b) Cellules épidermiques marginales, à paroi extérieure droite : *A. vernalis* L.

GENRE *GARIDELLA*.

G. Nigellastrum L.

Plante annuelle hétérophylle.

La feuille végétative la plus complète (fig. 21) possède un limbe monacrone pétiolé, composé de 5-6 paires de segments secondaires, les deux ou trois paires inferieures multifides sont à peu près d'égale importance ; la gaine est non ailée et non auriculée.

Parcours. — Le parcours des faisceaux est le même que chez *A. autumnalis* (fig. 22). La formule à la base de la gaine est

L M L

et devient

m L *i* M *i* L *m*

au milieu du pétiole où les faisceaux sont disposés sur un arc à convexité externe (fig. 23). On remarquera (fig. 22) que les faisceaux *i* se continuent dans le rachis primaire, jusqu'au niveau de la troisième paire de rachis secondaires (γ) qui sont aussi développés que ceux de la première paire.

Histologie. — Dans le pétiole, le collenchyme est localisé en cinq massifs sous-épidermiques (fig. 23), dont trois en face des faisceaux LML et deux dans les arêtes. Les massifs de sclérenchyme extralibériens ne sont pas adhérents au liber. Le parenchyme chlorophyllien est nettement limité du parenchyme incolore (fig. 23). La cuticule est finement striée.

Dans le limbe, le mésophylle est bifacial (fig. 24) et les cellules palissadiques, rameuses ou non rameuses, ne sont pas partout contiguës.

L'épiderme est équifacial, à cellules sinueuses (fig. 25), à membranes minces et faiblement cutinisées. Sur les bords du limbe, les cellules épidermiques, fortement cutinisées, se présentent sous l'aspect de petites dents saillantes (fig. 26).

Stomates sur les deux faces, plus nombreux à la face externe, à peine saillants (fig. 24).

Poils courts, claviformes, caducs; à l'état adulte de la feuille, ils sont presque tous tombés [1].

GENRE *NIGELLA*.

N. Damascena L. et **N. hispanica** L.

Espèces annuelles, hétérophylles.

La feuille végétative diffère peu de celle de la Garidelle [2]; les formules de parcours pour la gaine et le pétiole sont les mêmes.

Histologie. — Dans le pétiole (fig. 27 et 31), les massifs libériens sont très petits, parfaitement arrondis sur la coupe transversale et entourés par des arcs épais de sclérenchyme qui leur sont adhérents.

Il y a généralement des massifs de collenchyme sous-épidermiques en face des faisceaux LML; ils manquent dans les arêtes. Parenchyme chlorophyllien bien distinct du parenchyme incolore.

Dans le limbe, mésophylle bifacial (fig. 28); les cellules palissadiques sont oblongues, rameuses ou non rameuses, ou irrégulières.

Épiderme équifacial (fig. 29); des saillies cellulaires sur les bords du limbe (fig. 30 et 32) et aussi sur la nervure principale (fig. 28), à la face externe.

Stomates sur les deux faces, peu nombreux à la face interne. Poils peu allongés, subcylindriques, arrondis au sommet et à membranes assez épaisses, très peu nombreux, persistants, surtout à la face interne du pétiole.

(1) Sur les feuilles inférieures, on trouve aussi quelques poils rubanés, caducs, analogues à ceux de l'*A. automnalis;* mais ils sont très rares.

(2) La *N. integrifolia* Reg. possède un limbe monacrone, sans segments secondaires, parfaitement entier.

GENRE *CERATOCEPHALUS*.

C. falcatus Pers.

Plante annuelle hétérophylle.

Les feuilles sont petites, étroites. La gaine est non ailée et peu distincte du pétiole, qui est court. Le limbe est allongé, étroit, linéaire, plus souvent irrégulièrement ramifié dans sa région supérieure (fig. 33, 34, 35, 36). Il est monacrone; des points végétatifs secondaires apparaissent, souvent sans aucune symétrie, sur le segment primaire, pour donner naissance aux diverses ramifications du limbe.

Parcours. — Un ou trois faisceaux passent de la tige dans chaque feuille; quand il n'y a qu'un seul faisceau, les deux L se détachent du M dès l'extrême base du pétiole. Dans le pétiole, ils échangent entre eux quelques fines anastomoses.

Histologie. — Les faisceaux sont formés d'éléments ligneux et libériens peu nombreux. Pas de sclérenchyme ni de collenchyme (fig. 37). Le mésophylle est nettement bifacial (fig. 38) : palissades bien développées avec larges méats; cellules du parenchyme spongieux peu rameuses et très allongées dans le sens de de l'axe de la feuille.

Épiderme équifacial à cellules sinueuses allongées avec parois minces. Pas de saillies cellulaires sur les bords du limbe. Sinuosités peu prononcées autour des stomates.

Stomates sur les deux faces, non saillants.

Poils excessivement longs, unicellulaires, grêles, persistants, à membrane assez épaisse.

GENRE *MYOSURUS*.

M. minimus L.

Plante annuelle, hétérophylle.

Les feuilles végétatives de la plante adulte sont petites, étroites, linéaires, quelque peu élargies dans leur région supé-

rieure; le sommet est obtus et arrondi (fig. 40). Il y a néanmoins une gaine, un pétiole et un limbe distincts (fig. 41, 42 et 43), mieux caractérisés encore dans les feuilles inférieures qui ont disparu quand la plante est adulte (fig. 44).

Parcours. — C'est un type parfait de feuille monacrone simple : les trois faisceaux LML convergent vers le sommet du limbe (fig. 45). Quelques ramifications existent seulement dans le limbe.

Histologie. — Les faisceaux sont constitués par un petit nombre d'éléments ligneux et libériens. Dans la gaine, ils sont généralement entourés par un étui de cellules sclérifiées (fig. 42.). Dans le pétiole (fig. 46) les éléments sclérifiés sont répartis en un arc interne et un arc externe en dehors desquels existe en outre une assise à plissements plus ou moins bien visibles suivant le niveau.

Dans le limbe, les cellules sclérifiées ont disparu, et les plissements de l'assise qui entoure le faisceau n'existent plus que faiblement (fig. 47). Autour, le mésophylle est à peu près homogène, partout lacuneux; pas de palissades; les corps chlorophylliens sont surtout répandus dans les cellules situées sur les deux bords de la feuille, donc en dehors des faisceaux L. Épiderme équifacial, formé de cellules allongées, à parois minces et presque droites (fig. 48).

Stomates ordinaires.

Je n'ai pas vu de poils sur la feuille adulte ni dans le bourgeon de la plantule.

DEUXIÈME GROUPE.

Type : ANEMONE NEMOROSA L.

MODE DE VÉGÉTATION [1].

Au printemps, sur les rhizomes rameux de l'*A. nemorosa,* on trouve des feuilles souterraines, des feuilles végétatives dressées à pétiole et à limbe aériens, ainsi que des tiges florifères munies d'un involucre bractéal ou calicule. Il y a des rhizomes fertiles et d'autres stériles, c'est-à-dire dépourvus de tige florifère.

Dès la fin d'octobre et en novembre, près de l'extrémité du rhizome fertile, on remarque deux, beaucoup plus rarement trois feuilles souterraines étalées, plus grandes que les autres (fig. 49). Ce sont les feuilles pérulaires du bourgeon à fleur; elles protègent la jeune hampe florale qui est terminale. Le bourgeon axillaire de la feuille pérulaire inférieure n'est alors pas développé, ou bien il montre simplement une préfeuille. Celui de la feuille pérulaire supérieure est en voie de développement et porte deux ou trois feuilles végétatives à l'état jeune. Ce dernier bourgeon continuera le rhizome pendant que l'extrémité florifère sortira de terre : ce rhizome est donc sympodique.

A la même époque, près de l'extrémité du rhizome stérile, se forment deux feuilles pérulaires recouvrant deux ou trois feuilles végétatives en formation. Ces dernières une fois produites, le rhizome continuera à pousser, même pendant l'hiver, et surtout le printemps et l'été de l'année suivante, en ne donnant que des feuilles souterraines. Au printemps, nous retrouvons, en effet, ces feuilles végétatives insérées à une certaine distance du sommet, distance qui ne fait qu'augmenter pendant tout le courant de l'année. Ce rhizome n'est donc pas, en cet endroit, sympodique.

Des bourgeons peuvent aussi se développer sur le rhizome à l'aisselle des feuilles souterraines. Dans ce cas, ces rameaux sont toujours stériles, du moins la première année. Ils se composent alors d'une préfeuille, de deux feuilles pérulaires, de deux ou trois feuilles végétatives qui seront suivies plus tard de feuilles souterraines.

Toutes ces feuilles sont disposées suivant une spire phyllotaxique unique, avec divergence $^2/_5$.

Il y a donc deux foliaisons bien distinctes : la première comprenant les feuilles végétatives qui apparaissent sur les rhizomes stériles en même temps que les feuilles végétatives et les hampes florales sur les rhizomes fertiles, la seconde qui commence quelques semaines plus tard, après la floraison, et comprenant les feuilles végétatives développées sur la partie sympodique des rhizomes fertiles seulement.

[1] Il s'agit toujours, dans les plantes vivaces, du mode de végétation de la plante adulte, pour la formation des pousses annuelles ou plurannuelles.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — Un bourrelet annulaire de 360° se forme près du sommet végétatif du rhizome. En grandissant, ce bourrelet s'épaissit et devient un petit manchon fendu le long d'une de ses génératrices : c'est la *feuille primordiale.*

Dans la région supérieure de la feuille primordiale, l'activité du cloisonnement se localise de bonne heure :

1° Sur le bord antérieur, en un point médian (fig. 50), puis en deux points latéraux situés de part et d'autre du premier (fig. 51). Ces trois points végétatifs primaires se développent en trois mamelons qui représentent le premier stade du jeune limbe. Ce dernier est donc triacrone ;

2° Sur les bords latéraux, de façon à donner naissance à deux expansions arrondies, membraneuses, qui grandissent rapidement, se recouvrent l'une l'autre par leurs bords et cachent ainsi le sommet de la tige (fig. 52). Ces deux dépendances latérales de la gaine sont les *auricules.* Comme chez l'*Adonis,* elles naissent sur la feuille primordiale dont elles sont des dépendances au même titre que les segments primaires du limbe.

Elles atteignent leur état adulte dans le bourgeon même, bien avant le limbe, et quand la feuille est sortie de terre au printemps, elles ne subsistent plus que sous forme d'auricules arrondies (fig. 53), qualifiées ordinairement d'*écailleuses.* Jamais elles ne sont vascularisées.

Pendant ce développement des auricules, les trois mamelons primaires ont grandi. En même temps, les points végétatifs secondaires apparaissent sur ces mamelons, d'abord sur les latéraux (fig. 52 et 53), puis sur le médian, de façon à donner lieu aux diverses découpures du limbe adulte. Dans chacun des trois segments primaires, les segments secondaires apparaissent en ordre acropète.

Toutes les divisions du limbe sont constituées quand l'étranglement pétiolaire apparait ; les trois rachis, qui sont ici des rachis primaires L M L, se forment ensuite simultanément. Le

pétiole est d'abord parallèle à l'axe du bourgeon, c'est-à-dire placé horizontalement dans le sol. Il se recourbe ensuite vers le haut (fig. 53). Puis, pendant la croissance intercalaire du pétiole, la courbure s'accentue et le limbe tourne son sommet vers le bas : nutation dans le plan médian. C'est toujours sur la face externe du pétiole que cette croissance intercalaire est plus active; la face interne du limbe s'applique donc contre la face interne du pétiole. Plus tard, au-dessus du sol, le pétiole se redresse et le limbe s'épanouit.

B. **Feuille adulte :**

1° Caractères extérieurs. — La feuille adulte se compose donc :

D'une gaine dont l'insertion est réduite à 180°; elle est pourvue de deux auricules membraneuses, arrondies, se rejoignant à la face du pétiole (fig. 55) ;

D'un long pétiole presque demi-cylindrique et souvent canaliculé ;

D'un limbe composé triacorne à trois segments rachidés (fig. 56) : le médian trilobé, les latéraux profondément bifides ; les lobes et les divisions sont plus ou moins incisés-dentés.

2° Parcours des faisceaux. — La feuille reçoit de la tige trois faisceaux :

L M L

ou plus souvent cinq faisceaux (fig. 57) :

L *i* M *i* L.

Dans le premier cas, un *i* apparaît tout à la base se détachant des L. Ceux-ci fournissent ensuite deux *m* qui viennent, en pivotant quelque peu sur eux-mêmes, se placer à la face interne du pétiole. Là, ils se confondent assez souvent, dans le plan médian de la feuille, en un seul faisceau *opposé* au M, et que l'on pourrait désigner par la lettre O (fig. 58) [1].

D'autres faisceaux intermédiaires, *i'*, *i''*,... et marginaux *m'*,

[1] Voir la note VIII, à la fin de la première partie.

m'',... se détachent d'une façon variable et irrégulière des faisceaux M L i O, et la coupe typique du pétiole peut se représenter par la formule :

$$m' \ L \ i' \ i \ i' \ M \ i' \ i \ i' \ L \ m' \ O,$$

ou bien, si l'on a affaire à un échantillon plus vigoureux (fig. 59) :

$$m \ m' \ m'' \ L \ i'' \ i' \ i \ i' \ i'' \ M \ i'' \ i' \ i \ i' \ i'' \ L \ m'' \ m' \ m,$$

le faisceau O n'existe pas toujours.

Dans toute la longueur du pétiole tous ces faisceaux, disposés sur deux arcs, l'un externe, l'autre interne, échangent entre eux des anastomoses obliques très nombreuses, qui traversent même dans tous les sens tout le *Tfi* du pétiole. Il en résulte donc qu'une coupe transversale, à un niveau quelconque, rencontre un certain nombre (3 à 8) de *faisceaux centraux*, variablement orientés (fig. 59). Ces faisceaux centraux, éparpillés sans aucun ordre, peuvent aussi s'anastomoser entre eux. Ils proviennent des intermédiaires, des marginaux ou des centraux eux-mêmes.

Dans le haut du pétiole, on observe une bifurcation des L, (fig. 60) et une trifurcation du M (fig. 57 et 61). Puis la branche principale du M passe dans le segment médian et la branche principale du L dans le segment latéral; celle-ci s'est renforcée d'une branche du médian et de la majeure partie des intermédiaires, comme le montrent les figures 57 et 61. Les autres faisceaux, c'est-à-dire les intermédiaires, *pro parte*, les marginaux et les centraux, s'anastomosent en un réseau très compliqué, formant une voûte anastomotique de laquelle naissent les autres faisceaux des segments foliaires; cette voûte est représentée par les bandes hachurées des figures 57, 61 et 62.

Outre le faisceau M, le segment médian reçoit deux faisceaux, parfois quatre, provenant de la voûte anastomotique (fig. 61 et 62).

Au sommet du rachis médian, le M se trifurque (fig. 57), et chacune des divisions se rend au sommet des lobes principaux.

Le segment latéral, outre le faisceau L et la branche qu'il a produite, reçoit trois faisceaux de la voûte anastomotique (fig. 62). Puis le L se bifurque à nouveau pour envoyer une branche à

chacune des deux divisions du segment L, comme l'indique la figure 57.

Si le pétiole est très vigoureux, le limbe est souvent quiné, comme le fait remarquer Kickx ([1]). Dans ce cas, cette dernière bifurcation du L a lieu très près de la voûte anastomotique et le segment latéral est fendu jusqu'à sa base. Cette « hypertrophie » dépend donc simplement du niveau où a lieu la bifurcation.

D'ailleurs, dans un pétiole très vigoureux, l'organisation générale est la même que celle qui vient d'être décrite; de légères modifications peuvent néanmoins se présenter. Ainsi la branche latérale du M peut passer avec quelques intermédiaires au-dessus de la voûte anastomotique sans contracter pour cela aucune soudure avec cette dernière.

3° Histologie :

a) *Pétiole.* Le faisceau M, au milieu du pétiole, comprend (fig. 63) B_1, B_2, C*b* en couche arquée ([2]), L_2 et L_1 en massif arrondi, enfin, un arc extralibérien de fibres sclérifiées ([3]).

Les autres faisceaux ont un facies analogue. Par ordre d'importance, il faut noter M, L, *i*, O, les marginaux, les intermédiaires de divers ordres ; enfin, les centraux. Ceux-ci n'ont qu'un petit nombre d'éléments ligneux, parfois un seul (fig. 64); mais le liber y est bien représenté ; jamais de sclérenchyme. Parfois aussi certains faisceaux centraux ne se composent que de cellules longues et étroites, non différenciées.

Le *Tf* est constitué par des cellules cylindriques à parois minces. Pas de cavité centrale dans le *Tf* interne.

Le sclérenchyme n'existe que dans la région aérienne du pétiole; il disparaît sous la base du limbe, parfois à plusieurs centimètres de la voûte anastomotique.

(1) J. Kickx, *Les Renonculacées du littoral belge.* (Bulletin de la Soc. bot. de Belgique, 1865, t. IV, p. 204.)

(2) Cette couche cambiale n'est pas arquée à tous les niveaux ; elle peut être droite, notamment au sommet du pétiole.

(3) Je réserve le point de savoir s'il faut rattacher ces fibres sclérifiées au faisceau ou au tissu fondamental.

Le collenchyme est répandu dans l'assise hypodermique, et en massifs le long des trois arètes du pétiole, c'est-à-dire entre l'hypoderme, d'une part, et les faisceaux LML, d'autre part. Il diminue d'importance quand le sclérenchyme disparait, notamment à la base du limbe, sauf toutefois dans l'hypoderme, où il persiste, même dans les rachis.

L'épiderme du pétiole est formé de cellules prismatiques allongées, souvent hexagonales sur leur face extérieure. Dans le bas du pétiole, toutes ces cellules ont des parois minces; ailleurs elles ont leur paroi extérieure épaissie et cutinisée.

Des stomates et des poils.

b) *Gaine*. La gaine n'offre aucun caractère histologique spécial : elle ne contient pas de faisceaux dans ses régions latérales.

c) *Limbe*. Il possède un mésophylle bifacial (fig. 65). Le parenchyme palissadique est unisérié, à palissades oblongues, cylindriques, environ deux fois plus longues que larges, ou rameuses et isodiamétriques, occupant à peu près le quart de l'épaisseur du limbe. Le parenchyme spongieux est à cellules très ramifiées, vues de face sous l'épiderme externe (fig. 67).

Les cellules épidermiques sont très sinueuses : leur paroi externe est faiblement cutinisée, sauf sur les bords du limbe.

Stomates saillants, de la forme renonculacée ordinaire; ils n'existent qu'à la face externe (fig. 66).

Les poils sont toujours unicellulaires et persistants. Il y en a de trois formes distinctes :

a) Poils *cylindriques*, effilés, à membrane épaisse (fig. 66), sur le pétiole, les deux faces du limbe, surtout à la face externe. Les cellules épidermiques qui entourent la base du poil sont quelque peu différentes des autres et, sur les nervures, elles se soulèvent même au-dessus du niveau de l'épiderme comme pour former au poil une sorte de piédestal (fig. 68). Ces poils sont visibles à l'œil nu;

b) Poils *claviformes*, courts, à membranes minces (fig. 66). Sur le pétiole, surtout dans sa région supérieure, et à la face externe du limbe. Les cellules épidermiques qui les entourent

à la base sont parfaitement identiques aux autres; ils sont invisibles à l'œil nu;

c) Poils *coniques*, courts, à membrane très épaisse (fig. 69), localisés sur les bords du limbe ([1]).

INVOLUCRE BRACTÉAL OU CALICULE.

Son aspect extérieur présente beaucoup d'analogie avec les trois segments d'une feuille végétative.

Il importe de rechercher ici la valeur morphologique de cet involucre, de savoir, en d'autres termes, s'il est formé par trois feuilles à l'état de bractées, ou bien par une seule feuille sessile dont le limbe est constitué par trois segments : un médian et deux latéraux. L'examen attentif des formes extérieures nous permet déjà de nous assurer de l'existence d'un seul plan de symétrie passant par le milieu d'un segment, qui est médian, et laissant à droite et à gauche les deux autres segments, qui sont donc latéraux et qui diffèrent sensiblement du premier ([2]). Nous allons d'ailleurs rechercher les raisons qui militent en faveur de l'une ou de l'autre hypothèse.

La morphologie interne du calicule adulte ne permet pas de tirer de conclusion relative à l'insertion des faisceaux involucraux sur ceux de la hampe florifère. Nous voyons, en effet, de nombreuses anastomoses (fig. 70) échangées entre ces faisceaux

([1]) Le passage suivant de Kickx (*loc. cit.*) ne laisse aucun doute sur l'opinion de l'auteur relative à la valeur morphologique des feuilles végétatives : « Ces prétendues feuilles radicales, écrit-il page 205, ne nous » paraissent être que des feuilles semblables aux autres (il fait allusion » aux bractées involucrales), mais appartenant à des hampes stériles. Ce » qu'on appelle pétiole, chez elles, est en réalité une hampe, et les vrais » pétioles y occupent la base du limbe. Si ces feuilles radicales, comme on » les nomme, sont souvent quinées au lieu d'être ternées, cette hypertrophie » est la conséquence de l'avortement de la fleur. »

L'exposé qui vient d'être fait de l'anatomie de ces organes prouve, au contraire, qu'elles sont véritablement des feuilles pétiolées.

([2]) Le plan de symétrie unique devient encore plus manifeste chez certaines autres espèces d'Anémone.

avant leur sortie dans l'étui involucral. Mais dans les bourgeons à fleur, en novembre, c'est-à-dire avant leur éclosion, on remarque que le jeune pédicelle floral et la base concrescente de l'involucre forment un ensemble à section hexagonale (fig. 71). Aux angles de l'hexagone se détachent six faisceaux dont trois plus gros alternant avec trois plus petits. Les trois premiers se trifurquent aussitôt dans le *T/c.* de la hampe; les trois autres se bifurquent. A un niveau quelque peu supérieur, on a donc quinze faisceaux (fig. 72). Ce n'est que plus tard que ces faisceaux deviennent plus nombreux encore et s'anastomosent entre eux.

Dans la première hypothèse, — trois bractées, — les figures 71 et 72 doivent s'interpréter comme suit : chaque bractée (fig. 73) reçoit ordinairement cinq faisceaux

m L M L *m*.

A ce stade, elles sont assez sensiblement identiques entre elles. La feuille végétative, comme nous l'avons vu plus haut, reçoit :

L *i* M *i* L.

Dans la deuxième hypothèse, — une feuille bractéale à trois segments, — la formule d'insertion devient (fig. 71)

L *i* M *i* L O,

ce qui nous rapproche davantage de celle de la feuille végétative. De plus, le parcours dans la bractée involucrale se rapproche beaucoup du parcours décrit au sommet du pétiole de la feuille végétative (fig. 57) : trifurcation du M, double bifurcation ou trifurcation à deux niveaux des L, bifurcation des *i* et du faisceau O, ce dernier ayant d'ailleurs une origine double. De plus, les anastomoses à la base de l'involucre sont l'équivalent de la voûte anastomotique du sommet du pétiole (fig. 61).

Si nous faisons une section dans la base de la feuille bractéale, au niveau où les trois pétiolules deviennent libres (fig. 74), nous constatons non seulement un plan de symétrie, un rachis M et deux rachis L, mais nous pouvons remarquer en outre que ces deux derniers renferment plus de faisceaux que le rachis M, exactement comme dans les feuilles végétatives.

L'angle phyllotaxique, deux cinquièmes sur le rhizome, serait, si l'on admet la première hypothèse, brusquement réduit à un tiers sur la hampe, et tous les appendices, alternes sur le rhizome, seraient brusquement verticillés. Tandis que dans l'hypothèse d'une seule feuille involucrale, il n'est pas impossible que le segment M de la bractée fasse un angle de deux cinquièmes avec la feuille précédente.

La présence accidentelle de plusieurs bourgeons ne doit pas non plus faire rejeter l'hypothèse de la bractée unique, car il n'est pas rare de rencontrer plusieurs bourgeons dans l'aisselle d'une même feuille. M. de Schoenefeld a signalé [1] un cas tératologique constitué par un involucre à quatre segments au lieu de trois et deux fleurs au lieu d'une; c'est de l'aisselle du segment surnuméraire que partait le second pédoncule.

En outre, si nous examinons ce qui se passe chez les autres Renonculacées, nous voyons généralement s'effectuer le passage de la feuille végétative à la feuille bractéale, par réduction du pétiole, ce qui est le cas ici : la bractée est devenue sessile et l'on peut considérer comme gaine l'étui complet embrassant la hampe et formé par la base concrescente des trois rachis.

Enfin, plusieurs Renonculacées présentent, dans leur feuille végétative principale, une relation évidente entre la cylindricité du pétiole et la disposition rayonnante des segments foliaires. Ainsi, l'*Eranthis hiemalis*, le *Trollius europaeus*, l'*Aquilegia vulgaris* ont un pétiole cylindrique, les faisceaux y sont disposés en cercle comme dans la hampe florale de l'Anémone; de plus, leurs segments foliaires s'équilibrent en rayonnant au sommet du pétiole. C'est ainsi que l'*Aquilegia vulgaris*, comme on le verra plus loin, possède deux segments L semblables au segment M, et distancés d'axe en axe par une ouverture de 120°. Chez *Anemone nemorosa* existe un phénomène analogue : tout en conservant certains caractères ataviques (segments L plus importants que le M, segments L recevant plus de faisceaux que le M, etc.), les trois segments de la bractée ont néanmoins une

(1) Cfr. Bulletin de la Soc. bot. de France, t. VI, p. 290.

tendance très marquée à prendre une importance équivalente et à se disposer en rayonnant sur la hampe florale, cylindrique et verticale.

Pour ces raisons, je suis donc porté à me rallier à la seconde hypothèse et à considérer l'involucre ou calicule des Anémones comme constitué par une seule bractée.

Quant aux caractères histologiques, ils sont les mêmes que ceux de la feuille végétative.

FEUILLES SOUTERRAINES.

Examinées à l'état jeune, à l'extrémité d'un rhizome en voie de développement pendant l'été, elles rappellent beaucoup par leur forme le stade (fig. 51) de la feuille végétative. C'est un petit manchon trimamelonné de 360°, fendu en face du mamelon médian. Par la croissance et le grossissement de la tige, la gaine s'étire transversalement et reste appliquée contre le rhizome, le plus souvent dans une direction oblique; dès lors, les deux bords ne sont plus contigus et l'angle d'insertion est d'environ 180°.

A l'état adulte, la feuille se compose d'une gaine en forme de croissant (fig. 75), au moins huit fois plus large que haute, portant un petit limbe à trois lobes entiers, à peine visible à l'œil nu.

La feuille souterraine reçoit du rhizome un seul faisceau. Le mésophylle est homogène, à cellules polyédriques et membranes minces, sans méats. Plus tard ce mésophylle finit par se dessécher, les cellules brunissent, les deux épidermes se rapprochent. Dans cet état, les feuilles souterraines sont plus connues sous le nom d'écailles (1).

(1) Je pense qu'en systématique on a fort abusé de ce mot *écaille*, car il sert souvent à désigner des organes de valeur morphologique tout à fait différente et dont les caractères communs sont leur forme écailleuse et le fait qu'ils sont desséchés au moment où on les considère.

FEUILLES PÉRULAIRES.

On recherchera la préfeuille, en automne, à la base du bourgeon axillaire de la feuille périlaire inférieure [1] ou à la base des rameaux latéraux qui prennent naissance à l'aisselle des feuilles souterraines.

Elle a la forme d'un petit capuchon avec une large gaine dont les deux bords se recouvrent l'un l'autre (fig. 78). Elle ne reçoit qu'un seul faisceau.

Outre la préfeuille, on trouve presque toujours deux feuilles pérulaires, protégeant, pendant les mois d'automne, les feuilles végétatives ou la jeune hampe florale.

Elles se distinguent des feuilles souterraines par un plus grand développement. Toujours blanches, décolorées, elles sont plus largement auriculées : l'inférieure porte un limbe très rudimentaire à peine distinct et deux larges auricules arrondies (fig. 76); la supérieure a un petit limbe trimamelonné, brièvement pétiolé et une gaine aussi largement auriculée (fig. 77).

La première reçoit un faisceau ; la seconde en reçoit trois qui vont en s'arquant se réunir à la base du court pétiole.

L'histologie ne présente rien de particulier. L'épiderme à cellules allongées ne porte pas de poils, mais il y a quelques stomates.

GENRE *ANEMONE*.

Les recherches ont porté sur : *A. apennina* L.; *A. coronaria* L.; *A. fulgens* J. Gay (var. de *A. pavonina* DC.); *A. hortensis* L.; *A. japonica* S. et Z.; *A. nemorosa* L.; *A. pratensis* L.; *A. Pulsatilla* L.; *A. ranunculoides* L.; *A. stellata* Lam.; *A. sylvestris* L.; *A. virginiana* L.

[1] Le bourgeon axillaire de la feuille pérulaire supérieure commence par une feuille végétative ordinaire.

Caractères extérieurs. — Toutes ces espèces possèdent des feuilles végétatives complètes.

La gaine a toujours une insertion de 360°, au moins à l'état jeune. Elle affecte deux formes bien distinctes : elle est tantôt petite et auriculée (*A. apennina, coronaria, fulgens, hortensis* [pl. IV, fig. 79], *nemorosa* [pl. III, fig. 55], *ranunculoides, stellata*), tantôt elle est allongée, élargie, aplatie sur ses bords; elle est dite alors *ailée* (*A. pratensis, Pulsatilla, sylvestris* [pl. IV, fig. 80], *virginiana*). Chez *A. japonica*, les ailes sont quelque peu auriculées (fig. 81).

Le limbe est triacrone. Les trois segments sont subsessiles, *A. sylvestris*, etc., ou rachidés. Les rachis sont :

égaux et très courts : *A. ranunculoïdes*, etc.
égaux et distincts : *A. nemorosa*, etc.
inégaux et longs : *A. japonica*, etc.

La plupart de ces Anémones sont dites à feuilles palmées. Mais la prédominance du rachis médian nous conduit à la forme pennée. Dès lors, ce rachis M porte des segments secondaires presque aussi développés (fig. 82, *A. Pulsatilla*) et même plus développés que le segment latéral (fig. 83, *A. pratensis*). Toutes les formes de transition existent.

Parcours. — Le nombre des faisceaux reçus par la feuille est assez variable suivant les espèces. En général, quand la gaine est auriculée, trois (L M L), beaucoup plus rarement cinq faisceaux (L*i* M*i* L) passent dans la feuille. Quand la gaine est ailée, ce nombre augmente et n'est pas toujours constant dans la même espèce : il dépend de l'importance du pétiole et du limbe. Ainsi l'on observe :

A. sylvestris : *m* L *i* M *i* L *m;*
A. virginiana : *m* L *i′ i i′* M *i′ i i′* L *m;*
A. japonica : de vingt et un à vingt-cinq faisceaux.

Dans la gaine, le parcours de ces faisceaux a lieu suivant deux modes différents. Chez les espèces à gaine auriculée, il est

identique à celui qui a été décrit pour *Anemone nemorosa* : les marginaux sont fournis exclusivement par les faisceaux L et se rangent à la face interne de la gaine et du pétiole, à la suite d'un pivotement d'environ 90°. Chez les espèces à gaine ailée, au contraire, les faisceaux médian, intermédiaires, latéraux et marginaux, rangés sur un seul arc externe (fig. 84), subissent dans la région inférieure de la gaine une sorte de dédoublement : il s'en détache des faisceaux à orientation inverse qui, après une torsion de 180°, viennent occuper la région interne du pétiole (fig. 85) Chez *A. japonica,* les marginaux extrêmes vont se terminer en pointe libre dans l'auricule qui est ainsi vascularisée.

Dans le pétiole, les faisceaux médian, intermédiaires et latéraux sont disposés sur un arc externe à forte courbure et les autres sur un arc interne à faible courbure ; tels sont les pétioles d'*A. hortensis* (fig. 86) ; d'*A. coronaria* (fig. 87) ; d'*A. virginiana* (fig. 88); d'*A. sylvestris* (fig. 89); d'*A. Pulsatilla* (fig. 90) ; d'*A. pratensis* (fig. 91). Chez *A. japonica* (fig. 92), les faisceaux principaux sont régulièrement disposés vers l'axe du pétiole.

Dans toute la longueur du pétiole, ces faisceaux échangent entre eux des anastomoses obliques qui ne traversent jamais le *Tfi.* comme chez *A. nemorosa.*

A la base du limbe, la voûte anastomotique qui, dans l'*A. nemorosa,* occupe le *Tfi.*, ne se retrouve plus chez aucune autre espèce.

Deux modes de parcours bien distincts peuvent se caractériser à ce niveau

Premièrement, chez la plupart des espèces (feuilles palmées), il y a trifurcation du faisceau M : la branche médiane constitue toujours le faisceau principal du segment M, la branche latérale va, en s'arquant, s'anastomoser tantôt avec le faisceau *i* (fig. 93), *A. hortensis,* etc., et (fig. 94) *A. sylvestris,* etc., tantôt avec le faisceau L (fig. 95). *A. coronaria,* etc. Le faisceau L, renforcé ou non, s'engage dans le segment L dont il constitue toujours le faisceau le plus important. Les marginaux vont aussi dans le segment L; parfois ceux de la face interne forment, avec les intermédiaires de la face externe, deux arcs anastomotiques (fig. 97),

A. virginiana, etc., traversant le *Tfi.* et servant d'insertion à certains faisceaux des rachis L, M, L. Le faisceau O, quand il existe, se dédouble toujours à la base du limbe (*A. ranunculoides*), et ses deux branches accompagnent les marginaux dans les rachis L.

Secondement, il n'y a pas de trifurcation du faisceau M (feuilles pennées : *A. Pulsatilla* et *pratensis*). Sans contracter aucune anastomose, les faisceaux M, O et quelques intermédiaires passent directement dans le rachis M (fig. 96). Le faisceau L et un nombre variable d'intermédiaires et de marginaux passent aussi directement dans le rachis L.

Enfin, chez *A. japonica*, le mode de parcours est spécial. On observe trifurcation du M et bifurcation du L (fig. 98, 99, 100). Une branche de ce dernier, renforcée de la branche latérale du M, se rend dans le segment L; l'autre branche va renforcer un intermédiaire qui formera, à un niveau plus élevé, avec un petit groupe de faisceaux voisins, une petite arcade sur laquelle s'insèrent divers faisceaux des trois rachis.

Histologie :

a) *Pétiole.* Dans les faisceaux, à tous les niveaux, la zone cambiale est toujours arquée avec convexité interne.

Dans le *Tf*, il existe presque toujours une cavité centrale. On ne la rencontre jamais chez *A. japonica* et *nemorosa*; elle peut manquer chez les espèces où les éléments sclérifiés sont, le plus souvent, peu nombreux, telles sont : *A. coronaria*, *fulgens*, *apennina*, etc. Au sommet du pétiole cette cavité disparaît, mais elle persiste chez *A. Pulsatilla* et *pratensis*.

Le sclérenchyme existe toujours sous forme de petits massifs fibreux adossés au liber des faisceaux. Je n'en ai jamais rencontré à la pointe interne du bois. Parfois ces massifs extralibériens sont réunis par des ponts sclérifiés interfasciculaires : le pétiole est alors entièrement entouré d'un étui sclérenchymateux (*A. sylvestris*, fig. 89, *A. Pulsatilla*, fig. 90, *A. japonica*, fig. 92). Quand le sclérenchyme est ainsi abondant dans le pétiole, on le trouve aussi dans la gaine, mais alors sous forme d'un petit étui complet autour de chaque faisceau (*A. pulsatilla*, fig. 85). Chez

A. japonica, ce petit étui sclérenchymateux subsiste dans toute la longueur du pétiole, autour des faisceaux qui sont éparpillés dans le *Tfi*. Au sommet du pétiole le sclérenchyme disparait toujours avant la dispersion des faisceaux dans le limbe. Exception est faite, toutefois, pour *A. Pulsatilla* et *pratensis*, où le sclérenchyme subsiste au moins partiellement.

Le collenchyme est fort peu répandu. Il fait souvent défaut ou est localisé dans l'hypoderme, très rarement dans les quelques assises du *Tfe.* sous-jacentes.

Une assise à plissements a été observée chez *A. hortensis* et *stellata* autour de chaque faisceau; elle passe entre le liber et le massif de fibres sclérifiées.

b) *Limbe.* Le mésophylle est toujours nettement bifacial. Le parenchyme palissadique est unisérié, bisérié chez *A. japonica* (fig. 101). Les palissades sont le plus souvent très courtes, même isodiamétriques et plus ou moins serrées les unes contre les autres, très fréquemment rameuses, irrégulières ou en forme d'H (*A. coronaria*, fig. 103, *A. hortensis*, fig. 104, etc.). Parfois aussi elles sont plus allongées, deux à trois fois plus longues que larges, aussi rameuses ou en H, mais laissant alors entre elles des méats très étroits (*A. apennina, sylvestris*, etc.). Les *A. Pulsatilla* (fig. 102) et *pratensis* ont des palissades allongées, tibiaeformes, séparées par des méats très distincts. Chez ces dernières espèces, le parenchyme spongieux est à petites cellules et très dense; partout ailleurs les cellules sont ramifiées et le tissu peu serré.

L'épiderme du limbe est généralement équifacial ou subéquifacial à cellules sinueuses; les sinuosités sont très souvent moins prononcées à la face interne, où les cellules peuvent même devenir subpolyédriques (*A. fulgens*).

Les stomates sont toujours quelque peu saillants. Vus de face, on peut toujours observer les sinuosités des cellules péristomatiques pénétrer plus ou moins profondément sous les cellules stomatiques.

Ordinairement, ils n'existent qu'à la face externe; parfois on en trouve un très petit nombre à la face interne (*A. coro-*

naria, fulgens, japonica) ; chez *A. Pulsatilla* et *pratensis*, ils sont presque aussi nombreux aux deux faces.

Les poils sont toujours unicellulaires et la grande majorité persistants. Le polymorphisme pilaire est la règle. Chez certaines espèces les poils sont dimorphes : les uns sont cylindriques, effilés, plus au moins allongés, à membrane épaisse; les autres sont claviformes, courts, à membrane mince. Chez les autres espèces (*A. coronaria, fulgens, hortensis, japonica, nemorosa, pratensis, Pulsatilla, stellata*), on observe, en outre, une troisième sorte de poils : ce sont des poils coniques, courts, raides, à membrane souvent très épaisse.

Les poils cylindriques sont toujours et de beaucoup les plus répandus, surtout chez *A. pratensis, Pulsatilla, sylvestris*, etc.

Les poils claviformes existent surtout sur le pétiole et la face interne du limbe. Ils sont parfois rares : *A. fulgens, ranunculoides*, etc.; mais aussi ils peuvent être répandus partout à profusion : certaines variétés ou formes d'*A. sylvestris.*

Les poils coniques sont très souvent localisés sur les bords du limbe (fig. 105), *A. hortensis.*

Enfin, les cellules épidermiques qui entourent la base des poils cylindriques sont parfois soulevées de façon à former une sorte de piédestal *A. apennina, virginiana, sylvestris* (fig. 106), etc.

Les cristaux d'oxalate de chaux, forme d'oursin, ont été observés très nombreux dans le *Tf.* de la gaine d'*A. japonica.*

Observation. — Il résulte de ce qui précède, que le type triacrone pur, bien représenté par les feuilles végétatives d'*A. hortensis, nemorosa*, etc., est caractérisé :

1° Par la présence de trois points végétatifs primaires sur la gaine primordiale;

2° Par la divergence des trois faisceaux principaux L, M, L, dans chacun des trois segments du limbe adulte.

A la base du limbe de ces feuilles, dites ordinairement palmées ou palminerves, existe un « nœud » caractérisé par la trifurcation du faisceau principal M, par les anastomoses plus ou

moins nombreuses des branches qui en dérivent avec les faisceaux voisins, par la disparition complète du sclérenchyme, enfin, par une interruption de la cavité centrale dans le *Tfi.* du pétiole.

Chez les *A. Pulsatilla* et *pratensis* (*Pulsatilla vulgaris* Miller; *Pulsatilla pratensis* Miller), espèces à feuilles dites ordinairement pennées ou penninerves, aucun de ces caractères n'existe : pas de trifurcation du M, pas d'arcs anastomotiques, persistance tout au moins partielle des éléments sclérifiés et continuation sans interruption de la cavité centrale du pétiole dans le rachis médian.

Néanmoins, ces dernières espèces nous montrent (fig. 96), comme les Anémones à feuilles palmées, la divergence des faisceaux L à la base du limbe. Les faisceaux L des Pulsatilles se rendent ainsi, avec quelques autres faisceaux, dans des segments qui doivent être considérés comme les homologues des segments L dans les Anémones à feuilles palmées et qui ont, pour cette raison, la valeur d'un segment primaire : segments L et rachis L (fig. 82 et 83). Quant aux autres segments de la feuille des Pulsatilles, les segments secondaires du rachis M (α, β, γ, δ), ils sont insérés avec réparation, sur les faisceaux intermédiaires, comme les segments secondaires de la feuille d'*Adonis autumnalis* (pl. I, fig. 2) le sont sur le faisceau L [1].

Les feuilles pennées des Pulsatilles qui se présentent avec l'allure extérieure de feuilles de Garidelle, s'en éloignent cependant beaucoup par leur structure anatomique. Nous pouvons néanmoins les considérer comme faisant la transition entre le type triacrone parfait des Anémones palmées et le type monocrone des Garidelles et Nigelles.

[1] Faute de matériaux suffisants, je n'ai pu faire convenablement l'organogénie des feuilles des Pulsatilles. Je suis néanmoins porté à croire que leurs segments L se développent aux dépens de points végétatifs secondaires, au même titre que les segments secondaires du rachis M. Ce serait donc bien ici de vrais types de transition.

Voici un tableau dichotomique où sont groupés synoptiquement les caractères distinctifs des espèces d'Anémones dont il vient d'être question :

1. Trifurcation du faisceau M à la base du limbe; les marginaux et le faisceau O, quand il existe, se rendent dans le segment L. (Anémones à feuilles palmées ou subpalmées.)
Poils de deux ou trois formes.
Segments du limbe sessiles ou rachidés.

2. Des faisceaux dans le *Tfi.* du pétiole; jamais de cavité centrale dans ce *Tf.*

3. Faisceaux principaux vers la périphérie du pétiole; sclérenchyme extralibérien seulement.
Parenchyme palissadique unisérié.
Gaine courte, auriculée, à auricules non vascularisées.
Pas de cristaux dans la gaine. **A. nemorosa** L.

3. Faisceaux principaux vers le centre du pétiole; un étui de fibres sclérifiées autour de chaque faisceau ainsi qu'à la périphérie du pétiole.
Parenchyme palissadique bisérié.
Gaine longue, ailée, avec petites auricules vascularisées.
Des cristaux en oursin dans la gaine. **A. japonica** S. et Z.

2. Pas de faisceaux dans le *Tfi.* du pétiole; une cavité centrale ou non.

3. Gaine courte, auriculée.

4. Trois sortes de poils : claviformes, cylindriques et coniques ou cylindro-coniques.

5. Poils cylindro-coniques sur la face interne du limbe, rares sur les bords.
Des stomates à la face interne.
Segments du limbe inégalement rachidés. **A. coronaria** L.

5. Poils coniques localisés sur deux files sur les bords du limbe.
Des stomates ou non à la face interne.
Segments du limbe sessiles ou à peine rachidés.

6. Massifs sclérifiés extralibériens adhérents au liber dans le pétiole.
Parenchyme palissadique subbisérié.
Épiderme bifacial.
Quelques stomates à la face interne. **A. fulgens** J. Gay.

6. Une assise à plissements entre le liber et les fibres sclérifiées.
Parenchyme palissadique unisérié.
Épiderme équifacial.
Pas de stomates à la face interne.
A. hortensis L. ou **A. stellata** Lam. (1).

4. Deux sortes de poils : claviformes et cylindriques.

5. Segments du limbe sessiles ou subsessiles.
Souvent un seul faisceau intermédiaire dans le pétiole.
Cellules circumpilaires des poils cylindriques non soulevées en piédestal. **A. ranunculoides** L.

5. Segments du limbe rachidés.
Plusieurs intermédiaires dans le pétiole.
Cellules circumpilaires des poils cylindriques soulevées en piédestal. **A. apennina** L.

3. Gaine longue, ailée, jamais d'auricules.

4. Sclérenchyme très abondant : des ponts interfasciculaires d'éléments sclérifiés dans le pétiole; des étuis sclérenchymateux autour de chaque faisceau dans la gaine. **A. sylvestris** L.

4. Sclérenchyme peu abondant : des ponts interfasciculaires peu développés ou nuls; pas d'étuis sclérenchymateux dans la gaine.
A. virginiana L.

1. Jamais de trifurcation du M à la base du limbe; le faisceau O se rend directement dans le segment M. (Anémones à feuilles pennées).
Toujours trois sortes de poils.
Segments du limbe très inégalement rachidés.

2. Des ponts interfasciculaires d'éléments sclérifiés dans le pétiole.
A. Pulsatilla L.

2. Pas de ponts interfasciculaires. **A. pratensis** L.

(1) L'*A. stellata* Lam. est considéré par plusieurs auteurs comme une variété de l'*A. hortensis* L. De Candolle, dans le *Prodrome*, considère l'*A. stellata* Lam. comme synonyme de l'*A. hortensis* L.

Pour vérification des caractères anatomiques, choisir plusieurs coupes appartenant à divers pétioles et prises dans la région aérienne à structure constante, pétioles bien adultes, provenant de feuilles végétatives les plus parfaites et développées dans des conditions normales. En général, il faut attribuer plus d'importance, par le fait même de leur constance, aux caractères tirés de la gaine et du pétiole, qu'à ceux tirés du mésophylle.

GENRE *HEPATICA*.

H. triloba Chaix (*Anemone Hepatica* L.).

Gaine auriculée rappelant celle de l'*A. nemorosa*; pétiole subcylindrique; limbe simple triacrone, à trois segments entiers, confluents dans leur moitié inférieure (limbe trilobé).

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux L M L.

Dans la gaine, formation d'un faisceau O par pivotement comme dans les Anémones auriculées.

Formule du pétiole : O L *i* M *i* L (fig. 107).

A la base du limbe, trifurcation du M dont les branches latérales vont renforcer les faisceaux L. Le faisceau O s'y dédouble et chacune de ses branches couvre de ses ramifications les bords inférieurs des segments latéraux.

Histologie. — Dans le pétiole, du sclérenchyme en étui (fig. 107) adossé au liber des faisceaux. Cavité centrale dans le *Tf*.

Mésophylle presque homogène (fig. 108); les cellules qui se trouvent sous l'épiderme interne sont isodiamétriques, même aplaties, parfois irrégulières, et ne méritent guère le nom de palissades; elles ne sont pas rameuses.

Épiderme équifacial à cellules sinueuses.

Stomates sur les deux faces, saillants comme chez les Anémones. Poils dimorphes comme chez les Anémones. Cellules circumpilaires non différentes des autres.

GENRE *ERANTHIS*.

E. hyemalis Salisb. (*Helleborus hyemalis* L.)

Gaine simple; pétiole cylindrique ou subcylindrique; limbe triacrone : les trois segments sont sessiles, les latéraux, beaucoup plus développés que le médian, sont profondément bifides, de sorte que l'ensemble simule cinq segments variablement lobés.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux L M L.

Formation des marginaux comme dans le genre précédent. Le plus souvent, dans la région supérieure du pétiole, il existe un faisceau O; la formule est alors (fig. 109) :

O *m'* L *i' i i'* M *i' i i'* L *m'*.

A la base du limbe, la branche latérale issue de la trifurcation du M et renforcée des intermédiaires, se rend en partie dans le segment médian, en partie dans le segment L (fig. 110). Les deux branches du L aboutissent au sommet de chacune des moitiés de ce segment. Quant aux marginaux, ils se comportent, ainsi que le faisceau O dédoublé, comme les branches de ce dernier chez *Hepatica triloba.*

Histologie. — Dans le pétiole, pas de sclérenchyme. Une assise à plissements qui n'est pas toujours aisément discernable à tous les niveaux, existe autour des faisceaux principaux. Ceux-ci ont une section transversale presque circulaire ou largement elliptique. Une grande cavité centrale dans le *Tf.*

Mésophylle bifacial. Palissades simples 4-5 fois plus longues que larges, avec larges méats entre elles.

Épiderme équifacial à cellules petites et sinueuses.

Stomates à peine saillants.

Poils, d'après Vesque, ayant la forme d'un petit bouton obovale; je n'en ai pas vu sur la feuille adulte.

GENRE *AQUILEGIA*.

A. vulgaris L.

Le limbe débute, dans la feuille primordiale, par trois mamelons primaires (fig. 112), qui portent bientôt chacun deux mamelons secondaires (fig. 113). C'est un exemple typique.

A l'état adulte, la feuille se compose d'une gaine ailée, un peu auriculée avec insertion de 360°, d'un pétiole cylindrique, d'un limbe triacrone à segments rachidés, chacun des trois rachis

primaires portant une paire de rachis secondaires; les neuf folioles sont variablement découpées.

PARCOURS. — La feuille reçoit de onze à quinze faisceaux :

m'' m' m L *i' i i'* M *i' i i'* L *m m' m''*.

En s'élevant dans la gaine leur nombre augmente (plus de 25); ils s'anastomosent beaucoup entre eux. Quand la gaine s'épaissit en son milieu, quelques faisceaux très petits apparaissent isolés au sein du *Tf.*, près de la face interne, sans être aucunement rattachés aux autres faisceaux par des éléments différenciés quelconques (fig. 114). Dans le haut de la gaine, quelques marginaux émettent des arcs transversaux qui viennent renforcer ces petits faisceaux (fig. 115), et qui serviront d'insertion aux marginaux de l'arc interne du pétiole; en même temps un ou deux d'entre eux vont se terminer en pointe libre dans les auricules.

Dans le pétiole on reconnaît :

L *i' i i'* M *i' i i'* L

et un nombre variable de marginaux, tous en cercle (fig. 116).

A la base du limbe, aux cinq angles d'un pentagone, existent les faisceaux *m* L M L *m*. Le M et la plupart des intermédiaires passent directement dans le segment M. La branche principale des L bifurqués passe aussi directement dans le segment L avec quelques marginaux. Les autres forment une voûte anastomotique très complexe (fig. 117), de laquelle naissent divers petits faisceaux pour les trois rachis.

Les mêmes dispositions, mais simplifiées, se répètent sur les rachis L M L à l'insertion des rachis secondaires.

A la base des folioles, il y a trifurcation du faisceau principal et bifurcation des autres pour les diverses nervures.

HISTOLOGIE. — Dans le pétiole, la zone cambiale des faisceaux est très arquée. Du sclérenchyme extralibérien avec ponts interfasciculaires forme étui complet autour du pétiole; pas de sclérenchyme intraligneux. Cavité centrale dans le *Tf.*

Dans la gaine, région inférieure, un étui sclérenchymateux existe autour de chaque faisceau. Les petits faisceaux isolés débu-

tent par quelques cellules libériennes, puis souvent une ou deux fibres sclérifiées, enfin, plus haut apparaissent les éléments ligneux toujours en très petit nombre.

Dans le limbe, mésophylle bifacial. Parenchyme palissadique bisérié formé de cellules non rameuses, occupant près de la moitié de l'épaisseur du limbe (fig. 118) (1).

Épiderme bifacial; cellules polyédrique à la face interne (fig. 120), sinueuses à la face externe (fig. 121). Toutes sont fortement cutinisées, ont leur paroi externe fortement bombée vers l'extérieur et, comme Vesque l'a déjà fait remarquer, cette convexité est soutenue au milieu par un épaississement plus considérable qui va en se perdant vers les côtés de la cellule (2).

Stomates comme chez les Anémones, nuls à la face interne.

Poils dimorphes ; cylindriques et claviformes comme ceux des Anémones.

Cellules circumpilaires non différentes des autres.

(1) La structure du mésophylle décrite ici est celle que j'ai observée dans des plantes spontanées de diverses provenances, structure sensiblement constante dans toutes les feuilles examinées. J'ai en outre étudié le mésophylle de plusieurs échantillons étiquetés *A. vulgaris* dans les jardins botaniques (fig. 119). Dans ces échantillons la structure du mésophylle s'est montrée beaucoup plus variée : les modifications portent sur l'épaisseur du limbe, sur la dimension des cellules, sur le nombre des assises en palissades (deux ou trois), sur la grandeur des lacunes du parenchyme spongieux. Ces différences peuvent provenir de deux causes : des conditions nouvelles et plus ou moins variables dans lesquelles se trouvent les plantes à l'état de culture; des croisements possibles entre espèces affines et variétés horticoles qui, dans les jardins botaniques, sont rapprochées côte à côte. Il est d'ailleurs très difficile de déterminer exactement les espèces et les variétés se rapportant au genre *Aquilegia*. Il est probable que plusieurs plantes étiquetées *A. vulgaris* ne sont pas d'origine pure, surtout celles du commerce qui ont été soumises à des sélections. J'ai cru devoir m'en tenir aux individus récoltés à l'état spontané dont la détermination ne laisse prise à aucune erreur.

(2) Le même auteur signale sur la cuticule des cellules de la face externe, un dépôt de cire en granules.

Remarque. — J'ai examiné également les feuilles d'*Aquilegia alpina* L., d'*A. chrysantha* hort. et d'*A. Skinneri* Hook, sur des individus dont l'identité ne peut être scrupuleusement garantie.

Tout ce qui vient d'être dit de l'*A. vulgaris* concernant les caractères extérieurs, le parcours des faisceaux, la répartition du sclérenchyme, les caractères histologiques, s'applique en entier aux trois espèces ci-dessus.

Je dois toutefois faire remarquer que la particularité signalée par Vesque dans les cellules épidermiques se retrouve plus ou moins bien caractérisée. Quant au parcours, les petits faisceaux qui apparaissent isolément à la face interne de la gaine peuvent ne pas exister; j'avais déjà relevé cette absence dans des gaines de feuilles chétives appartenant à l'*A. vulgaris*. Enfin, au lieu d'émettre des arcs transversaux comme le représente la figure 115, les marginaux fournissent des faisceaux à la face interne par simple pivotement (fig. 122). Le fait principal à mettre en relief est que les feuilles d'Ancolies, bien qu'ayant une gaine ailée, ne forment leur système vasculaire de la face interne du pétiole que dans la région tout à fait supérieure de la gaine (fig. 115) ou même à la base du pétiole (fig. 122). En outre, ces faisceaux de la face interne se forment exclusivement aux dépens des marginaux, par pivotement ou par formation d'arcs transversaux. Les Ancolies diffèrent donc ainsi totalement des Anémones à gaine ailée.

GENRE *ACTAEA*.

A. spicata L.

Plante vivace, cespiteuse. Sur de gros rhizomes courts, obliques (pl. V, fig. 123), naissent des bourgeons fertiles et des bourgeons stériles.

Les uns donnent, au-dessus des feuilles pérulaires, ordinairement une seule feuille végétative, deux ou trois bractées à la base de l'inflorescence et des bractéoles à la base des pédicelles floraux.

Les autres donnent une grande feuille végétative au-dessus de laquelle le bourgeon avorte.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

Sur la feuille primordiale de la feuille végétative apparaissent nettement trois mamelons (fig. 124) qui constituent le premier stade du limbe; celui-ci est donc triacrone.

A l'état adulte, elle se compose d'une gaine de 360°, épaisse, peu ailée, avec deux petites auricules peu distinctes, d'un pétiole presque cylindrique, d'un limbe se composant de trois rachis primaires portant 4-5 paires de segments secondaires rachidés. Il peut exister des rachis de quatrième ordre. Les folioles sont larges, oblongues, dentées.

Parcours. — Vu l'extrême complication du parcours dans la feuille végétative de la pousse adulte, j'ai examiné d'abord le parcours de la *feuille 1* d'une plantule. Cette dernière est pétiolée avec un limbe à trois segments. Chaque segment se compose d'une foliole et d'un pétiolule.

Elle reçoit trois faisceaux (fig. 125) : L, M, L.

Les L fournissent un *i* et un *m*, et le pétiole est parcouru par

m L *i* M *i* L *m*

avec anastomoses obliques échangées dans tout le parcours.

Les figures 125 et 126 nous montrent ce qui se passe à la base du limbe : trifurcation du M, bifurcation des L, arcades presque transversales entre les branches des faisceaux M et L d'une part et entre les intermédiaires et marginaux d'autre part.

Chaque rachis primaire reçoit ainsi trois faisceaux.

La grande feuille adulte reçoit de la tige une trentaine de faisceaux au moins, dont treize principaux (fig. 127). Les autres, plus petits en nombre variable, sont placés en dehors des précédents.

Avant que la gaine soit détachée de la tige, commence la formation des faisceaux de l'arc interne par torsion de 180°, comme dans les Anémones à gaine ailée (fig. 128). Tous les faisceaux s'engagent dans le pétiole et ordinairement se placent peu à peu sur un seul cercle, sauf à la face interne, où quelques-uns

d'entre eux sont refoulés dans le *Tfi.* (fig. 129). Ils sont alors très nombreux.

A la base du limbe, la figure 130 donne une idée de la complexité des anastomoses qui s'y produisent. Néanmoins, en comparant cette figure avec la figure 126, on remarquera que le rachis médian reçoit, dans l'un et l'autre cas, le faisceau M avec une partie des intermédiaires et une partie des marginaux.

Les rachis latéraux reçoivent les faisceaux L avec le restant des intermédiaires et marginaux. En outre, dans la figure 140, les faisceaux correspondant à l'espace qui sépare les deux marginaux de la figure 126, passent directement dans le rachis médian.

Des dispositions analogues s'observent à l'insertion de chaque rachis sur le rachis d'ordre inférieur.

Histologie :

a) *Pétiole.* Les faisceaux sont très bien développés (pl. VI, fig. 131) : bois primaire avec nombreuses trachées écrasées, disséminées parmi des fibres primitives non différenciées; zone cambiale arquée; liber en demi-cercle. Un épais massif extralibérien de fibres sclérifiées. Les cellules du *Tf.* interfasciculaire qui séparent ces massifs sont aussi plus ou moins sclérifiées. D'ailleurs, l'assise de cellules qui entoure les éléments du bois se comporte souvent de même.

Tfi. avec grande cavité centrale.

Tfe. partiellement collenchymateux.

Épiderme à cuticule mince et lisse. Poils et stomates.

b) *Limbe.* La structure des rachis rappelle celle du pétiole. Notons que le sclérenchyme disparaît à chaque nœud pour réapparaître à l'entrenœud supérieur.

Le mésophylle est bifacial et peu épais (fig. 132). Le parenchyme palissadique est formé de cellules isodiamétriques arrondies, globuleuses ou irrégulières, laissant entre elles des méats distincts.

Le parenchyme spongieux est peu dense, à grandes cellules très ramifiées (fig. 133).

L'épiderme est équifacial à grandes cellules sinueuses et à

membrane mince. La cuticule de l'épiderme interne porte des striations onduleuses faiblement accentuées; celle de l'épiderme externe est lisse.

Stomates à la face externe seulement, saillants. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure (fig. 132).

Poils assez répandus sur le pétiole, le rachis et les nervures de la face externe des folioles; ils sont unicellulaires, cylindriques effilés, peu allongés, à membrane peu épaisse, persistants.

Signalons encore certaines particularités.

Les trois bractées sont semblables en tout point aux feuilles végétatives, mais elles se simplifient rapidement. La supérieure n'est plus que trifoliolée et reçoit cinq faisceaux; la moyenne en reçoit sept et l'inférieure onze, plus un certain nombre de plus petits extérieurs.

Les bractéoles, longues de 2-3 millimètres et larges de 1 millimètre à leur base, sont de forme lancéolée, aiguë, entière ou dentée. Un seul faisceau qui s'éteint dès la base de la bractéole. On y remarque des poils courts, cylindriques, effilés, à contenu clair et d'autres claviformes ou pyriformes à protoplasme dense; tous sont persistants.

Les feuilles pérulaires (4 à 6) ont la forme de cônes fendus suivant une génératrice et s'emboîtant l'un dans l'autre. Ce sont des gaines surmontées d'un limbe trimamelonné sessile et de deux auricules saillantes (fig. 134). Elles reçoivent de cinq à onze faisceaux. Leur métamorphisme est progressif. Elles sont distiques.

La préfeuille est disposée de telle façon que son faisceau M soit dans un plan perpendiculaire au plan vertical passant par l'axe de la pousse et celui de son bourgeon (fig. 135).

GENRE *CIMICIFUGA*.

C. fœtida L.

Le mode de végétation rappelle celui de l'*Actaea spicata*. Ce sont aussi les bourgeons situés dans l'aisselle des feuilles pérulaires qui deviennent bourgeons de remplacement. La pousse

aérienne porte une série régressive de feuilles végétatives (10 à 15) munies chacune à leur aisselle, sauf les inférieures, d'un rameau florifère. L'ensemble de ces rameaux forme de bas en haut une série progressive. A la base de chaque pédicelle floral existent des bractéoles (1).

Tous les caractères d'organogénie, de parcours, d'histologie, décrits pour l'*Actaea* s'appliquent entièrement à la grande feuille végétative de *Cimicifuga*. Comme différences, signalons seulement : gaine courte, épaisse et à peine ailée, pétiole ordinairement demi-cylindrique, à face interne plane.

En outre, dans la gaine, alors que tous les faisceaux de la face interne sont déjà individualisés, on peut remarquer des anastomoses ou arcades transversales entre presque tous les faisceaux avant qu'ils s'engagent dans le pétiole (pl. VI, fig. 156).

La coupe typique du pétiole est représentée figure 157.

Le facies du faisceau M offre quelques différences avec celui de l'*Actaea* (fig. 158). Le sclérenchyme forme un étui bien régulier à la périphérie du pétiole.

GENRE *THALICTRUM*.

Les recherches ont porté sur : *Th. angustifolium* Jacq., *Th. aquilegifolium* L., *Th. calabricum* Spreng, *Th. flavum* L.,

(1) Sur un pied vigoureux, j'ai observé six feuilles pérulaires, puis au-dessus, sans transition, une très grande feuille végétative dont le bourgeon n'était pas développé. Il en est de même des deux suivantes. Au-dessus, trois feuilles avec bourgeon développé en un ramuscule florifère rudimentaire. Ces six feuilles vont en diminuant d'importance de la base au sommet. Les feuilles 13 à 19 ont un rameau axillaire bien fleuri. La feuille 17 n'est plus que trifoliolée avec court pétiole, les feuilles 18 et 19 sont simples, ovales, lancéolées et assimilatrices. Les feuilles 20 à 24 sont plus petites encore et scarieuses et sont accompagnées de grands épis.

Il est fort difficile, dans un cas comme celui-ci, de déterminer quelles sont les feuilles qui doivent être appelées *bractées*. Celles de la région supérieure de la pousse reçoivent trois faisceaux; mais dans les bractées dites scarieuses, le M ne se ramifie jamais et les deux L s'éteignent dès la base de la bractée.

Th. foetidum L., *Th. glaucum* Desf., *Th. minus* L. et ses variétés *dunense* Dmrt. et *depauperatum* Dmrt.

Les *Thalictrum* sont des plantes vivaces à tiges aériennes annuelles, hétérophylles (¹).

La feuille végétative principale de la région inférieure de la tige débute par un bourrelet de 360°, surmonté de trois mamelons primaires L, M, L (*Th. aquilegifolium, minus, fœtidum*, etc.). Il arrive parfois que le mamelon L, à certain stade, paraît inséré en partie sur la gaine, en partie sur la base du mamelon M.

Elle se compose, à l'état adulte, d'une gaine ailée, auriculo-ailée, à insertion de 360°, d'un pétiole parfois court (*Th. flavum*), plus souvent allongé, anguleux, strié, canaliculé ou non à la face interne; d'un limbe composé, triacrone et très découpé, les trois rachis primaires portant généralement des rachis de troisième et même de quatrième ordre, à folioles très nombreuses (quelquefois plusieurs centaines) et de forme variable.

Parcours. — La feuille reçoit toujours un grand nombre de faisceaux : 11 à 25 et plus. Ce nombre est d'ailleurs sujet à variation, dans une même espèce, suivant la vigueur des individus.

Dès la base de la gaine (pl. VI, fig. 139), il n'est pas toujours aisé de reconnaître les faisceaux L. Il faut alors procéder de haut en bas à partir du rachis primaire latéral. Quoi qu'il en soit, dans la moitié inférieure de la gaine, les faisceaux L, M, L, les intermédiaires et les marginaux les plus internes contribuent à fournir des faisceaux à la face interne du pétiole, en s'orientant inversement à la suite d'une torsion de 180°, exactement comme dans les Anémones à gaine ailée. Les marginaux les plus extrêmes ne pénètrent pas dans le pétiole, mais vont se terminer en pointe libre dans les régions latérales supérieures de la gaine, dans les auricules quand elles existent, ce qui est le cas le plus fréquent (²).

Dans le pétiole, les faisceaux se disposent comme le montre

(¹) Voir le mode de végétation du *Th. flavum* dans le travail de M. Mansion (35).

(²) Voir précédemment *Anemone Japonica*, p. 38.

la coupe typique du pétiole des *Thalictrum* (fig. 140). On remarquera d'abord l'emplacement du faisceau L dans la saillie latérale externe, ensuite le grand nombre des faisceaux dont les plus gros sont refoulés vers l'intérieur, surtout ceux de la face interne, enfin la grosseur de certains intermédiaires et marginaux qui relativement est considérable. Rarement le pétiole devient cylindrique (*Th. aquilegifolium*, fig. 141). Dans ce cas, il devient parfois difficile de reconnaître le faisceau L ([1]).

Au sommet du pétiole, les figures 142, 143, 144, 145 qui représentent des coupes successives prises chez *Th. glaucum*, nous donnent une idée de la marche des faisceaux, telle qu'on la rencontre dans les *Thalictrum*. D'abord, quand il y a peu de faisceaux dans le *Tfi.*, on voit (fig. 143) le faisceau *m* s'anastomoser avec un certain nombre de ses voisins pour fournir un ou plusieurs faisceaux centraux, et constituer une sorte de ceinture ou plutôt de cône vasculaire, renversé et oblique, qui servira d'insertion aux deux rachis L. Tous les autres faisceaux échangent entre eux des arcs anastomotiques (fig. 144), qui serviront d'insertion au rachis M. Les faisceaux L et leurs voisins sont ainsi raccordés avec des faisceaux de la face interne par deux bandes d'insertion communes aux trois rachis primaires.

Des dispositions semblables se répètent pour l'insertion des rachis secondaires, et ainsi de suite.

Histologie :

a) *Pétiole.* La forme typique du faisceau dans le pétiole des *Thalictrum* est représentée (fig. 146) : bois en pointe, liber arrondi, sclérenchyme non contigu au liber. Mais il arrive quelquefois (certains individus ou certaines formes de *Th. minus*, par exemple) que le sclérenchyme extralibérien confine au liber et qu'il y ait un petit massif de fibres intraligneuses (fig. 147).

([1]) En effet, à la base de la gaine, tous les faisceaux ont sensiblement même importance. Et si l'on part des rachis, on perd la trace du faisceau L dans le réseau inextricable d'anastomoses, particulièrement compliqué au sommet du pétiole du *Th. aquilegifolium*. On peut alors faire appel à l'anatomie comparée.

Les massifs de fibres sclérifiées sont reliés entre eux par des ponts interfasciculaires, de façon à former un étui sclérenchymateux à la périphérie du pétiole. Il arrive parfois que la sclérification des éléments interfasciculaires n'a lieu qu'assez tard.

Les faisceaux de la face interne, refoulés vers l'intérieur du *Tf.*, présentent très fréquemment une section arrondie (fig. 140), et les cellules qui y confinent sont souvent plus ou moins sclérifiées. On en trouve même quelquefois entièrement centriques avec le liber au milieu, le bois en dehors (fig. 140).

Dans le *Tfi.*, une grande cavité centrale.

Le *Tfe.* en dehors de l'étui de sclérenchyme est le seul tissu à chlorophylle; il se compose de quelques assises de cellules. Dans les arêtes, il est souvent collenchymateux.

Les cellules épidermiques sont généralement prismatiques ou cubiques, toujours peu allongées et à cuticule mince.

b) *Gaine.* Dans la région la plus inférieure, la forme du faisceau est différente et caractéristique (fig. 148) : bois et liber en demi-cercle, zone cambiale non arquée, épais massif de fibres sclérifiées s'étendant jusque sur les côtés du bois et assez souvent jusqu'au bord intérieur.

Le *Tf.* est aussi parcouru par une ou plusieurs grandes cavités. L'épiderme est analogue à celui du pétiole.

c) *Limbe.* Les folioles, dont l'épaisseur est beaucoup moindre que dans les autres Renonculacées, renferment un mésophylle bifacial (fig. 149). Il se présente avec des caractères d'une analogie remarquable chez toutes les espèces de *Thalictrum.* D'abord, la chlorophylle est également répandue dans le parenchyme palissadique et le parenchyme spongieux. Généralement, le parenchyme palissadique est bisérié, parfois trisérié; il occupe ordinairement plus de la moitié de l'épaisseur du limbe. Les cellules de la première série ou série sous-épidermique sont plus ou moins allongées, 2-4 fois plus longues que larges, simples, étroites, cylindriques ou prismatiques, très serrées de façon à ne laisser entre elles que des méats extrêmement étroits ou même nuls. Celles de la deuxième série, parfois moins bien caractérisées, sont oblongues, subglobuleuses, ou même irrégu-

lières, peu serrées; elles passent très facilement au parenchyme spongieux avec lequel elles peuvent parfois se confondre. Les cellules de ce dernier sont petites, très serrées, globuleuses ou seulement irrégulières, non rameuses vues de face ([1]) (fig. 150).

L'épiderme est équifacial ou subéquifacial à petites cellules, à parois minces faiblement cutinisées, généralement peu sinueuses et même polyédriques. Quand les deux épidermes ne sont pas identiques, les cellules de l'épiderme externe sont toujours moins sinueuses que celles de l'épiderme interne (fig. 151 et 152).

Pas plus que pour le mésophylle, il n'y a rien de constant dans les caractères tirés des cellules épidermiques. Ainsi, le *Th. minus*, suivant son lieu de provenance, m'a fourni un épiderme équifacial à cellules parfaitement polyédriques ou à cellules bien sinueuses, ou même un épiderme nettement bifacial.

Les stomates sont petits et arrondis, presque toujours non saillants, rarement un peu saillants. Dans ce cas, les cellules péristomatiques pénètrent quelque peu sous les cellules de bordure (fig. 152)

Les *Thalictrum* semblent caractérisés par une forme particulière de poils sur laquelle Lecoyer (**12** et **13**) a le premier attiré l'attention; c'est un poil court, à membrane mince, ordinairement persistant, capité, cylindrique ou plus souvent un peu renflé-ventru (fig. 153). Très rares chez *Th. calabricum*, *glaucum*, *flavum*, *aquilegifolium*, ces poils sont au contraire répandus à la face externe des folioles du *Th. angustifolium* et sur toutes les

([1]) Le mésophylle des *Thalictrum* passe avec une facilité extrême au mésophylle centrique. Il arrive parfois qu'il se différencie assez tard. Mes recherches ont toujours porté sur les grandes feuilles du bas de la pousse, au moment où celle-ci était en pleine floraison. Sur les feuilles supérieures, les caractères peuvent changer : les cellules peuvent notamment rester toutes globuleuses et même subpolyédriques. On conçoit donc que les cellules de l'assise ou des deux assises situées sous l'épiderme interne puissent dès lors avoir une section carrée, qu'elles soient plus petites « que celles des autres assises et qu'elles méritent à peine le nom de palissade ». C'est ainsi que le mésophylle du *Th. flavum* est caractérisé par MM. Marié (**20**) et Mansion (**35**), p. 54.

parties de la feuille du *Th. minus*. Toutefois, des spécimens de cette dernière espèce étaient complètement dépourvus de poils ou n'en portaient à l'état adulte que des traces très peu nombreuses.

Le plus souvent les cellules épidermiques circumpilaires forment une rosace bien distincte autour de la base du poil (fig. 154), mais chez aucune des espèces précédentes ces cellules ne sont soulevées au-dessus du niveau des autres cellules épidermiques.

Chez le *Th. fœtidum* (fig. 155 et 156), outre les poils capités des *Thalictrum*, on observe d'autres poils allongés, rubanés ou cylindriques, non effilés, à membrane mince; ils sont persistants, unicellulaires ou pluricellulaires unisériés quand ils ont une certaine longueur. Ces deux formes de poils bien distinctes sont, pour la plupart et à la face externe des folioles seulement, soulevées par les cellules épidermiques circumpilaires qui leur forment ainsi un piédestal. Ce dernier est donc constitué par un petit massif de cellules épidermiques au centre duquel se trouve souvent une file axiale de cellules du mésophylle. Ce piédestal se développe à mesure que la feuille s'épanouit : peu distinct dans la feuille jeune (fig. 155), il est très apparent dans la feuille adulte (fig. 156).

Des cristaux en oursins dans le pétiole du *Thalictrum aquilegifolium*.

Les dépendances latérales des rachis, appelées à tort ou à raison *stipelles* et *stipellules*, se présentent sous la forme de petites expansions annulaires ou fragmentées, sortes de petites lames libres ou connées, embrassant complètement leur support (fig. 157, 158 et 159); leur existence est éphémère; elles sont souvent décolorées et scarieuses, quand la feuille est adulte.

Elles sont vascularisées par de nombreux faisceaux qui se détachent de la voûte anastomotique ou de son voisinage.

Elles existent à la base des rachis primaires, secondaires ou tertiaires. J'en ai observé chez *Th. minus*, *flavum*, *angustifolium* et surtout chez *Th. aquilegifolium* où (fig. 157), au sommet du pétiole, elles revêtent l'aspect d'un anneau bilobé sur son bord externe, moins large sur son bord interne. A la base des rachis

secondaires, elles ont les lobes du bord externe frangés (fig. 158). A la base des rachis tertiaires, l'anneau est interrompu (fig. 159). Mais il importe de noter que, d'après Lecoyer (**17**), leur développement paraît toujours concorder avec la puissance végétative de la plante; elles diminuent de grandeur quand la force vitale décroît, et disparaissent complètement dans les échantillons anémiques. Leur présence constitue un bon caractère, mais leur absence dans les variétés ou variations de l'espèce ne doit pas être considérée comme signe caractéristique.

GENRE *ISOPYRUM*.

I. fumarioides L.

Petite plante annuelle homophylle.

La feuille comprend une gaine allongée, ailée et auriculée (fig. 160), un pétiole demi-cylindrique, un limbe triacrone à segments rachidés, les trois folioles tripartites.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux L, M, L. A la base du limbe, il y a trifurcation du M et renforcement des L par les branches latérales (fig. 161).

Histologie. — Dans le pétiole, trois faisceaux à section circulaire et sclérenchyme extralibérien (fig. 162).

Mésophylle bifacial. Palissades simples, peu serrées, occupant le tiers de l'épaisseur du limbe.

Épiderme bifacial : cellules subpolyédriques à la face interne, très sinueuses à la face externe. Caractère distinctif : les cellules épidermiques des bords des folioles sont bombées vers l'extérieur et plus fortement cutinisées dans la partie saillante (fig. 163).

Stomates non saillants, répartis sur les deux faces.

Poils très rares; j'ai tout simplement trouvé sur les feuilles inférieures d'une plantule çà et là des poils courts, claviformes, subcapités à paroi mince (fig. 163).

Ce genre tient, dans le groupe triacrone, la place que le *Myosurus* occupe dans le groupe monacrone : modification du type par nanisme.

TROISIÈME GROUPE.

Type : TROLLIUS EUROPAEUS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

En mai-juin, les souches cespiteuses de *Trollius* comprennent :

1° Des tiges florifères portant très souvent une feuille végétative entièrement aérienne et des bractées;

2° De courts rhizomes obliques portant des feuilles végétatives à insertion souterraine et des bourgeons à divers stades de développement : les inférieurs restent ordinairement petits toute l'année et ne se composent que d'une préfeuille et de deux à quatre feuilles pérulaires (pérule foliaire ou inférieure); les supérieurs poussent toute la bonne saison en développant en outre des feuilles végétatives (une quinzaine). Ceux-ci sont les bourgeons de remplacement; ils s'affranchissent du rhizome maternel par des racines adventives.

Dès l'automne, les bourgeons de remplacement produisent, au-dessus de leurs dernières feuilles végétatives, de longues feuilles pérulaires (pérule florale ou supérieure) longuement tubuleuses (pl. VII, fig. 164) (1), au nombre de trois ou quatre emboîtées l'une dans l'autre et abritant pour l'hiver la jeune tige florifère qui est terminale (fig. 165).

Le bourgeon axillaire de la dernière feuille pérulaire le mieux protégé de tous et le plus près du sommet est le principal bourgeon de remplacement (en *a'*, fig. 165). Apparaissant donc en automne, il portera toujours des fleurs en mai de la seconde année. Les autres renferment parfois, en dedans de leur pérule, un bouquet de feuilles végétatives et ne portent des fleurs que la troisième année, au plus tôt.

Il y a donc dans ce mode de végétation deux pérules superposées et consécutives : l'une se formant en été, entièrement souterraine et abritant les feuilles végétatives; l'autre naissant en automne, presque entièrement aérienne, sert à protéger l'hiver la tige florifère et ses bractées.

(1) Certaines souches de *Trollius europaeus* observées dans le courant de septembre, ont montré la jeune tige florifère entièrement formée et se préparant à hiverner à l'abri des gaines des dernières feuilles végétatives; il n'y avait donc pas de feuilles pérulaires. Peut-être s'agit-il d'une variété distincte. Je n'ai pu élucider cette question.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — La feuille primordiale du *Trollius*, insérée sur le rhizome, est un manchon fendu entourant et recouvrant le sommet de la tige.

A la périphérie du bord supérieur de ce manchon apparaissent en ordre basipète, d'abord le mamelon M (fig. 166), puis à ses côtés les mamelons L, puis à côté des L les mamelons *m* (fig. 167) (¹). A cause de cette pluralité de points végétatifs primaires, le limbe est dit polacrone. Des points végétatifs secondaires ne tardent pas à prendre naissance, en ordre acropète, dans les segments primaires.

Pendant que les divers segments du limbe grandissent et se découpent (fig. 168), le manchon s'élève au-dessus du sommet de la tige qu'il recouvre bientôt d'une sorte de capuchon conique portant toujours une très petite ouverture apicale (fig. 168 et 169), et recouvrant les feuilles plus jeunes. Bientôt le limbe dépasse cette gaine vaginée et est enfin soulevé par le pétiole (fig. 170). Évidemment, la feuille suivante devra déchirer la gaine de son aînée pour arriver au jour. La déchirure a lieu dans le plan médian suivant une génératrice opposée au pétiole.

B. **Feuille adulte.**

1° Caractères extérieurs. — Elle comprend donc une gaine ailée, auriculée et même ligulée, à auricules et ligule très courtes et délicates (fig. 171), un pétiole cylindrique, un limbe simple polacrone à cinq (²) segments sessiles lobés et dentés (fig. 172).

2° Parcours des faisceaux. — La feuille reçoit ordinairement sept faisceaux :

m L *i* M *i* L *m*.

(¹) Dans la variété *Napellifolius* Roepp, il y a cinq sommets apparaissant distinctement sur la gaine primordiale, et deux autres *m'*, naissant en partie sur *m*, en partie sur la gaine, ou même entièrement sur la gaine.

(²) Sept, dans la variété *Napellifolius*.

En s'élevant dans la gaine, leur nombre augmente et les marginaux se rapprochent du plan médian de la feuille pour s'engager dans le pétiole. Aucun d'entre eux ne va dans la région postérieure et la partie en capuchon n'est donc pas vascularisée (fig. 173). Quand la gaine s'épaissit dans sa partie antérieure, au voisinage du faisceau médian, divers faisceaux se détachent de la région externe et par une torsion de 180° viennent se placer dans la région interne comme dans les Anémones à gaine ailée.

Dans le pétiole, les faisceaux échangent entre eux de nombreuses anastomoses obliques ; ils ont une tendance à se placer en cercle (fig. 174).

A la base du limbe, les faisceaux grossissent et deviennent sensiblement d'égale importance. Ils se ramifient beaucoup et se fusionnent entre eux sans qu'il y ait néanmoins formation d'arcades transversales ni de voûte anastomotique (fig. 175). On peut néanmoins suivre les faisceaux M, L, *m*, ou tout au moins leur branche principale, qui se rendent respectivement dans les segments M, L, *m* dont ils constituent les faisceaux les plus importants.

3° Histologie :

a) *Pétiole.* Le faisceau M au milieu du pétiole (fig. 176), à section elliptique, présente un B_1 avec trachées écrasées, B_2 très développé, zone cambiale très arquée, liber arrondi à cellules gélifiables ([1]).

([1]) A l'état anhydre (coupe pratiquée et observée dans l'alcool), les cloisons des éléments libériens sont assez épaisses et d'apparence homogène (fig. 177). En présence d'eau, elles gonflent et montrent des cloisons primaires mucilagineuses et des parois secondaires déprimées par la pression du mucilage (fig. 178). Les cellules annexes, à cause de leur contenu, résistent à la pression.

Les membranes secondaires gonflent à leur tour sous l'action de la potasse (fig. 179), de l'eau de Javelle ou du chlorure de zinc. Elles sont de nature cellulosique (coloration bleu intense par le chlorure de zinc iodé). Les cellules annexes se distinguent des cellules grillagées par leur contenu protoplasmique et par l'absence de membrane secondaire gonflable par les réactifs (fig. 177, 178, 179). L'oxyde de cuivre ammoniacal n'a rien donné

Un massif extralibérien de fibres sclérifiées dont la sclérification se fait parfois après la floraison.

Grande cavité centrale dans le *Tfi*. L'hypoderme et les assises sous-jacentes ont leurs cellules collenchymateuses.

Épiderme à cellules allongées dont la face extérieure est marquée de stries longitudinales. Stomates et poils.

b) *Gaine*. Les faisceaux y ont une section orbiculaire (fig. 180), sont entourés d'un épais étui d'éléments sclérifiés et ont leurs assises cambiales droites (surtout dans la variété *napellifolius*). Dans la région postérieure le *Tf.* est réduit à une seule assise de parenchyme et même aux deux épidermes juxtaposés (fig. 173.)

c) *Limbe*. Mésophylle bifacial (fig. 181). Parenchyme palissadique unisérié. Les palissades sont oblongues, quelques-unes sont rameuses, environ trois fois plus longues que larges; elles laissent entre elles d'étroits méats. Parenchyme spongieux peu serré, à cellules peu rameuses quand elles sont vues de face sous l'épiderme externe.

de particulier dans les pétioles adultes. Ce tissu libérien présente une certaine analogie avec l'albumen du Caroubier. Les membranes cellulaires de cet albumen mucilagineux sont en effet, d'après M. H. Marlière ([a]), constituées par :

1° Une membrane primaire très mince, dont l'existence est difficile à constater, mais qui est reconnaissable par l'oxyde de cuivre ammoniacal, quand l'épaississement a commencé. Elle n'intervient que pour une faible part dans la constitution du mucilage;

2° Une membrane secondaire très épaisse, gélifiable après transformation de la cellulose. Elle présente des couches concentriques et des fibrilles radiales. Après sa transformation en mucilage, elle n'est plus colorable par le chlorure de zinc iodé;

3° Une membrane tertiaire, relativement mince, toujours reconnaissable à sa nature cellulosique non transformée.

On le voit, ce que j'ai appelé cloison primaire dans le liber du *Trollius*, correspond à la membrane secondaire de M. Marlière dans l'albumen du Caroubier. Il est probable qu'en expérimentant sur des pétioles suffisamment jeunes, on pourrait déceler la présence d'une membrane mince correspondant à la membrane primaire du Caroubier. Il y aurait ainsi analogie complète entre la constitution chimique des deux tissus.

([a]) Cf. H. Marlière, Ceratonia siliqua, *Étude cytologique et chimique sur la graine et spécialement sur l'Endosperme.* (La Cellule, 1896, t. XIII, fasc. 1.)

Épiderme bifacial (fig. 182 et 183) à cellules beaucoup plus sinueuses à la face externe. Cuticule marquée de stries sinueuses à la face interne.

Stomates à la face externe seulement, non saillants. Les cellules épidermiques qui avoisinent les stomates ne pénètrent pas sous les cellules de bordure comme chez les Anémones (fig. 183).

Poils très rares sur la feuille adulte. Dans le bourgeon on observe des poils claviformes qui persistent çà et là, flétris sur le pétiole et la face externe du limbe et des poils cylindriques un peu plus allongés, non effilés, à membrane mince, contenu clair, caducs, entièrement disparus sur la feuille adulte (fig. 184).

La feuille végétative, insérée sur la partie aérienne de la tige florifère, diffère des précédentes par sa gaine simplement ailée (fig. 185) et son pétiole presque demi-cylindrique et canaliculé.

FEUILLES BRACTÉALES.

Il y en a ordinairement cinq ou six. Les inférieures ont une gaine, un court pétiole et un limbe comme la feuille végétative insérée sur la partie aérienne de la tige florifère. Elles reçoivent de la tige sept ou cinq faisceaux. Les supérieures sont sessiles et possèdent un limbe à cinq ou trois segments; elles reçoivent cinq ou trois faisceaux (fig. 186).

Caractères histologiques des feuilles végétatives.

FEUILLES PÉRULAIRES INFÉRIEURES.

On les recherchera dans les bourgeons qui se trouvent à l'aisselle des feuilles végétatives de l'année. Les plus inférieurs seuls de ces bourgeons en sont pourvus.

Elles ne diffèrent pas des stades jeunes des feuilles végétatives : on y retrouve la gaine vaginée et un limbe non développé qui ne s'élève guère plus haut que l'orifice apical de la gaine (fig. 187). Ce sont donc des feuilles arrêtées dans leur développement; elles restent feuilles souterraines.

La préfeuille reçoit trois ou quatre faisceaux ; elle est toujours orientée de telle façon que son plan médian soit perpendiculaire au plan que forment l'axe de la tige et celui du bourgeon (fig. 188). Les feuilles souterraines reçoivent trois ou sept faisceaux.

FEUILLES PÉRULAIRES SUPÉRIEURES.

Ce n'est pas autre chose que la gaine très bien développée de la feuille végétative (6 à 8 centimètres parfois), portant un pétiole court ($^1/_2$ centimètre) et un limbe rudimentaire (1 à 2 millimètres). Cette sorte de doigt de gant étroit et allongé (fig. 164) ne porte donc qu'une petite ouverture peu distincte à son sommet. D'égale épaisseur sur tout son pourtour à sa base, la feuille pérulaire d'hiver s'épaissit antérieurement dans sa moitié supérieure, alors que postérieurement elle s'amincit et finit par ne comprendre que les deux épidermes juxtaposés.

Elle reçoit de la tige sept à onze faisceaux dont le parcours est exactement le même que dans la gaine de la feuille végétative.

Au point de vue histologique, il faut signaler l'absence totale de sclérenchyme et de collenchyme.

Stomates et poils caducs sur l'épiderme tant interne qu'externe.

GENRE *ACONITUM*.

La partie souterraine d'une pousse d'Aconit Napel passe l'automne et l'hiver dans l'état que représente la figure 189, planche VII. On y observe une pérule rappelant la pérule du *Trollius* (fig. 190) et protégeant la jeune tige de remplacement ainsi que le bourgeon axillaire de la dernière feuille pérulaire (fig. 191). Au printemps, le sommet de la tige sort de terre (fig. 192) et le bourgeon de remplacement, pour l'année suivante, apparait très tôt. C'est ordinairement celui qui se trouve à l'aisselle

de l'avant-dernière feuille pérulaire (1). Une longue racine pivotante, qui ne tarde pas à accumuler des réserves, prend naissance dès avril-mai dans un des entrenœuds inférieurs de ce bourgeon.

A la différence du *Trollius*, il n'y a ici qu'une seule pérule.

Sur la feuille primordiale d'*A. Napel* apparaissent trois sommets végétatifs primaires et deux autres qui semblent plutôt des dépendances des mamelons L (fig. 193).

Néanmoins, comme nous le verrons, ces mamelons *m* reçoivent comme faisceau principal le faisceau *m*, et il y a tout lieu de considérer cette feuille comme ayant un limbe polacrone à cinq segments basipètes.

Elle présente le phénomène de nutation (fig. 191).

Dans le genre Aconit, les espèces suivantes ont été examinées : *A. Anthora* L, *A. lycoctonum* L, *A. Napellus* L. *A. variegatum* L.

La feuille se compose d'une gaine simple (fig. 194) ou ailée (fig. 195), d'un pétiole demi-cylindrique canaliculé ou non, d'un limbe simple, polacrone à cinq plus rarement sept segments basipètes, sessiles, bien individualisés au sommet du pétiole ou un peu confluents à la base et variablement découpés.

Parcours. — Le nombre de faisceaux reçus par la feuille est trois :

L M L.

Ce n'est qu'accidentellement que l'on a :

m L M L

ou bien

m L M L *m*.

Dans la gaine, formation de faisceaux à la face interne par torsion de 180° et orientation inverse comme dans les Anémones à gaine ailée.

(1) L'horticulture en fait développer plusieurs, même ceux qui sont à l'aisselle des feuilles végétatives inférieures.

Dans le pétiole d'*A. Anthora* (fig. 196) et *lycoctonum* (fig. 197), on remarquera que les faisceaux L sont très rapprochés du médian. Chez ces espèces les segments marginaux du limbe sont relativement très développés. Toujours le faiseau *m* occupe l'arête du pétiole : *A. Napel* (fig. 198) et *A. variegatum* (fig. 199).

A la base du limbe, jamais de voûte ni d'arcades anastomotiques. Le faisceau M se trifurque toujours et sa branche latérale renforce le faisceau L bifurqué ou non. Le faisceau *m* se comporte comme L, c'est-à-dire se bifurque quand il y a sept segments distincts au limbe, ou bien forme une sorte de sympode par bifurcations successives quand il y a neuf segments : *A. Anthora* (pl. VIII, fig. 200). Quant aux faisceaux de la face interne, ils se séparent en deux groupes; ceux-ci finissent par ne former qu'un seul faisceau de chaque côté du plan médian, destiné au bord inférieur du segment marginal extrême.

Histologie :

a) *Pétiole.* Les faisceaux ont une section elliptique. La zone cambiale est faiblement arquée et ne l'est même pas chez *A. Napellus.*

Les cellules libériennes présentent les mêmes particularités que chez le *Trollius.*

A la pointe interne du bois du faisceau il n'y a pas de sclérenchyme, mais il arrive que les fibres primitives de cette région deviennent collenchymateuses : *A. lycoctonum* (fig. 197, pl. VII).

Le sclérenchyme existe en amas de fibres sclérifiées en face du liber des faisceaux : tantôt ces amas sont adhérents aux cellules libériennes (*A. Napellus,* fig. 198), plus souvent ils en sont séparés par des éléments non sclérifiés. Ces massifs de fibres extralibériennes sont parfois réunis par des ponts interfasciculaires, formés de cellules non pointues aux extrémités et légèrement sclérifiées, ainsi chez *A. lycoctonum* et *Anthora.*

Toujours une large cavité centrale dans le *Tfi.*

Hypoderme rarement collenchymateux, sauf chez *A. Napellus.* Épiderme à cuticule mince et non striée, sauf chez *A. Napellus.*

b) *Gaine.* Les faisceaux ont généralement le même aspect que dans le pétiole. Parfois cependant l'*A. Napel* présente des faisceaux ayant la forme représentée par la figure 201, pl. VIII : zone cambiale très arquée avec convexité en dehors. L'*A. lycoctonum* présente très souvent de nombreuses fibres primitives très collenchymateuses à la face interne du faisceau (fig. 202). Le sclérenchyme interfasciculaire n'existe pas dans la gaine.

c) *Limbe.* Le mésophylle est bifacial et présente une remarquable similitude chez toutes les espèces : *A. lycoctonum* (fig. 203), *A. Anthora* (fig. 205), parenchyme palissadique unisérié à palissades assez allongées, occupant environ le quart de l'épaisseur du limbe et séparées par des méats; un plus ou moins grand nombre d'entre elles sont rameuses, les autres sont simples; parenchyme spongieux peu dense à grandes cellules ramifiées.

L'épiderme n'est pas équifacial; les cellules sont toujours plus sinueuses à la face externe. La cutinisation est toujours très faible et la paroi extérieure des cellules est mince et lisse.

Stomates sur la face externe du limbe. Tantôt ils affleurent au niveau de l'épiderme, *A. Anthora* (fig. 205 et 206); tantôt ils sont saillants (*A. lycoctonum*, fig. 203 et 204, *variegatum* et *Napellus*); dans ce dernier cas les cellules épidermiques pénètrent profondément sous les cellules stomatiques.

Les poils sont d'une seule forme dans chaque espèce : cylindriques, effilés ou plus ou moins cylindro-coniques. Très peu nombreux et à parois minces chez *A. Napellus* [1], ils sont plus nombreux et même parfois très abondants chez les autres espèces où ils ont leurs parois plus ou moins épaissies.

[1] Dans cette espèce, ils sont généralement localisés sur le pétiole, les nervures principales de la face externe et sur les bords du limbe; mais dans plusieurs variétés, ces poils délicats ont totalement disparu sur la feuille adulte. Il en est de même chez *A. variegatum.*

GENRE *DELPHINIUM*.

La feuille des *Delphinium elatum* L, *grandiflorum* L, *nudicaule* Tarr. Gr., *Staphysagria* L, se compose d'une gaine simple ou peu ailée, d'un pétiole cylindrique (pl. VIII, fig. 207), subcylindrique ou trigone à faces convexes (fig. 208), d'un limbe polacrone à cinq ou sept segments sessiles, toujours confluents à la base, entiers, tridentés ou trilobés (*D. nudicaule*, *Staphysagria*) ou profondément découpés (*D. grandiflorum*, *elatum*).

Le *D. Ajacis* L, espèce annuelle, possède une gaine foliaire simple [1], un pétiole fortement canaliculé (fig. 209), un limbe triacrone à segments rachidés, découpés en nombreuses lanières linéaires.

Parcours. — Chaque feuille reçoit généralement trois faisceaux. Le parcours est le même que chez les *Aconitum*, dans la gaine, le pétiole et le limbe. Toutefois, chez *D. Ajacis* il n'existe pas de faisceaux à la face interne du pétiole et, à la base du limbe, le parcours rappelle beaucoup ce qui a été signalé précédemment chez certaines Anémones, avec trifurcation du faisceau M.

Histologie. — Dans le pétiole, faisceaux à section elliptique ou subarrondie, zone cambiale très arquée. Liber sans caractères spéciaux. Massifs de sclérenchyme extralibérien généralement non adhérents au liber (fig. 207 et 208), sauf chez *D. Ajacis*.

[1] Il s'agit ici, bien entendu, de la feuille la plus complète, se trouvant dans la région inférieure de la tige. M. Lenfant, dans son travail sur les *Delphinium*, décrit une feuille de la région à structure constante (Cf. *Arch. de l'Instit. bot. Univ. de Liége*, vol. I, pp. 20 et suiv.). Dans le plan que je me suis tracé, cette dernière appartient aux feuilles bractéales qui établissent le passage aux bractées proprement dites, par réduction du pétiole et développement plus considérable des segments latéraux du limbe, transformations analogues à celles qui ont été décrites chez l'*Adonis autumnalis*. Cette feuille bractéale du *Delphinium Ajacis* a d'ailleurs plusieurs points communs avec celle de l'*Adonis autumnalis* (pl. I, fig. 9).

Parfois des ponts interfasciculaires de cellules plus ou moins sclérifiées : *D. elatum* et *grandiflorum*. Une cavité centrale dans le *Tfi*.

Dans le limbe, le mésophylle est bifacial; parenchyme palissadique unisérié à palissades longues et bien développées, s'étendant sur la moitié de l'épaisseur du limbe et séparées par des méats; tantôt elles sont simples, étroites, très allongées, très régulières *D. nudicaule* (¹) (fig. 210 et 211), *D. Staphysagria, grandiflorum;* tantôt fréquemment rameuses, moins allongées, peu régulières avec larges méats (fig. 212).

L'épiderme est équifacial à cellules très sinueuses ou subéquifacial (*D. nudicaule*) à cellules moins sinueuses à la face interne. La cuticule est toujours fort mince et lisse.

Les stomates existent très nombreux à la face externe seulement. Ils sont saillants chez *D. grandiflorum*, non saillants chez *D. elatum* et *Staphysagria*, enfin chez *D. nudicaule* ils sont plus ou moins saillants, et le fait varie même suivant le lieu d'origine des matériaux d'observation.

Les poils varient suivant les espèces. Toujours il existe des poils unicellulaires, persistants, cylindriques, effilés ou obtus, à membrane plus ou moins épaisse et à contenu plus ou moins granuleux (fig. 213, au milieu). Ordinairement allongés, ils sont parfois de longueur variable, comme chez le *D. nudicaule*.

Chez *D. grandiflorum*, il existe en outre des poils rubanés, longs, à membrane mince et contenu clair hyalin.

Chez *D. elatum* et *Staphysagria*, on observe aussi une seconde

(¹) La figure 210 a été dessinée d'après des matériaux provenant du Jardin botanique d'Édimbourg. A Liége, le mésophylle est très sensiblement le même. A Naples (fig. 211), il existe une deuxième série de palissades et toutes les cellules sont considérablement plus grandes : l'épaisseur du limbe est doublée ! C'est le limbe le plus épais que j'aie observé dans la famille des Renonculacées.

Des matériaux vivants, adressés d'Édimbourg et de Naples à l'Institut botanique de Liége, m'ont permis de faire ces constatations intéressantes qui montrent avec quelle prudence il faut apprécier les caractères anatomiques des feuilles au point de vue de la systématique.

forme : ce sont des poils allongés, persistants, cylindriques, renflés-ventrus à la base, à membrane plus ou moins épaisse, à protoplasme dense et granuleux dans la partie renflée (fig. 213).

Chez *D. Ajacis,* outre les poils cylindro-coniques effilés, souvent courbés, persistants et très nombreux, on observe surtout sur la gaine quelques petits poils claviformes à membrane mince et contenu épais.

Enfin, chez *D. Staphysagria,* on rencontre, plus spécialement sur la gaine, une troisième catégorie de poils courts, ellipsoïdaux, à membrane épaisse et contenu dense (fig. 213).

Remarque. — Le *Delphinium Ajacis,* espèce annuelle hétérophylle, s'écarte par ses feuilles des autres *Delphinium.* L'absence de faisceaux à la face interne du pétiole le rapproche des *Adonis.* Son limbe triacrone et le parcours des faisceaux au sommet du pétiole rappellent plutôt les Anémones.

QUATRIÈME GROUPE.

Type : CALTHA PALUSTRIS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

En avril, dans les souches de Populage, on trouve :

1° Des tiges florifères, qui sont la continuation d'une sorte de rhizome gros et court et qui portent des feuilles bractéales;

2° Des bourgeons portant des rosettes de feuilles végétatives, toutes semblables [pousse homophylle ([1])] à insertion souterraine, sur une spire phyllotaxique $^2/_5$. Après la floraison, de nouvelles feuilles continuent à se former, mais généralement la végétation se ralentit en été.

Dès le mois d'août, le bourgeon à feuilles végétatives forme, à son extrémité, la jeune tige florifère pour l'année suivante, laquelle atteint 1 à 3 centimètres avant l'apparition des premiers froids (pl. VIII, fig. 214). Cette jeune tige passe l'hiver dans la gaine de la feuille n (*fe. n*), la dernière feuille de l'année. Le bourgeon axillaire de *fe. n* avorte généralement. Celui de *fe.* $n-1$ se développe le mieux et fournit la pousse de remplacement; il peut même déjà donner des feuilles végétatives l'automne de la même année; il développe de nombreuses racines adventives et s'affranchit du rhizome maternel qui se décompose.

Les bourgeons axillaires de *fe.* $n-2$, *fe.* $n-3$... sont de moins en moins développés. Suivant les conditions de milieu, ils donnent des feuilles la même année, restent latents quelques années ou avortent.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — D'abord un petit manchon complet qui est la feuille primordiale. Puis soulèvement d'un point du bord extérieur et supérieur de ce manchon où apparait le sommet du limbe (fig. 215). En même temps, le bord intérieur et supérieur tout entier est porté au-dessus du sommet de la tige, abritant toutes les feuilles puînées, comme chez le *Trollius* (fig. 216), mais beaucoup plus haut que chez ce dernier. Il se forme ainsi, par soulèvement, une longue gaine vaginée, étroite-

([1]) En ce qui concerne les feuilles végétatives.

ment tubuleuse, d'abord plus grande que le limbe (fig. 214) et portant une petite ouverture apicale peu perceptible (fig. 217).

Pendant ce temps le limbe se développe, non pas aux dépens d'un point végétatif M, mais bien par le fonctionnement d'une zone végétative continue, née sur le bord extérieur, s'étendant à droite et à gauche du plan médian et allant se perdre insensiblement dans les régions latérales. C'est dans cette zone de croissance que se localisent plus tard un très grand nombre de points végétatifs correspondant à chacune des dents du limbe adulte. Ce dernier a ses bords involutés pendant la préfoliaison.

Quand le pétiole apparaît, il soulève le limbe et celui-ci se fraye un passage à travers la gaine de la feuille aînée en perforant cette gaine, tantôt sur sa paroi tournée vers la face interne du pétiole (fig. 218), tantôt sur la paroi opposée (fig. 214, *fe. n* — 1).

Plus tard, par suite du grossissement du bourgeon, cette gaine est déchirée dans le plan médian, le long de la génératrice postérieure (voir la gaine de *fe. n* — 1, dans la figure 214). Une partie des débris de cette même gaine, persistant à la base du pétiole (fig. 219), peut donc simuler, par suite de toutes ces déchirures successives, une gaine à la fois auriculée et ligulée. L'autre partie, c'est à-dire la région supérieure tubuleuse, est irrégulièrement fragmentée, et les fragments, adhérents au pétiole de la feuille suivante, sont soulevés par ce même pétiole à diverses hauteurs.

Quand le limbe et le pétiole sont adultes, les régions latérales et postérieures de la gaine sont donc détruites; il ne subsiste que la région antérieure qui continue le pétiole.

La gaine de *Caltha* offre une ressemblance parfaite avec celle du *Trollius;* toutefois, la région libre et tubuleuse est très allongée chez le *Caltha*, très courte chez le *Trollius* [1].

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — La gaine est donc en grande partie détruite, ses bords libres, frangés et plus ou moins scarieux,

[1] Voir la note II, à la fin de la première partie.

présentent les caractères qui viennent d'être indiqués; le pétiole est demi-cylindrique, à face interne plane; le limbe est suborbiculaire, cordé et crénelé; c'est une sorte de limbe polacrone dont tous les segments sont confluents dès leur origine.

Parcours. — La feuille reçoit généralement

m' m L M L *m m'*.

Dès la base de la gaine, le faisceau M émet d'abord un certain nombre de ramifications (fig. 220), qui s'orientent diversement et se placent, les unes vers la face externe en dehors de M, les autres, en se tordant de 180°, se dirigent vers la face interne où elles sont renforcées plus haut par des branches venant des faisceaux L. Les faisceaux *m* restent dans les arêtes du pétiole (fig. 221). Les faisceaux *m'* s'écartent des autres (fig. 221 et 222) et pénètrent dans la région supérieure et tubuleuse de la gaine où ils vont se terminer en pointe libre avec ou sans bifurcation.

Dans le pétiole (fig. 223) tous les intermédiaires sont refoulés au dehors du cercle des faisceaux L, M, L, le M tend à se rapprocher de l'axe du pétiole, les *m* persistent dans les arêtes; il existe un certain nombre de marginaux à la face interne.

Dans le haut du pétiole, le nombre des faisceaux diminue, tous les intermédiaires se jettent dans les M ou L (fig. 224), les faisceaux *m* se confondent avec ceux de la face interne séparés en deux groupes et l'on ne se trouve plus généralement en présence que de cinq faisceaux :

m L M L *m*.

A la suite d'une sorte de trifurcation du faisceau M, celui-ci est relié aux deux L par des arcs transversaux. Les L se bifurquent, puis se divisent à l'infini et couvrent de leurs ramifications la majeure partie de la surface du limbe (fig. 225) [1]. Les *m* se rendent directement dans le bas du limbe.

[1] Cette ramification en éventail des faisceaux L est en corrélation avec la présence d'une zone végétative et l'absence de mamelons latéraux, bien localisés, comme nous l'avons constaté plus haut dans l'organogénie.

Histologie :

a) *Pétiole*. Vers le milieu du pétiole, le faisceau M a une section transversale suborbiculaire (fig. 226). Il comprend : B_1 avec trachées écrasées; B_2 renfermant des vaisseaux assez larges, des trachéides et des cellules non différenciées; zone cambiale en demi-circonférence; liber arrondi. A la périphérie du faisceau existent un plus ou moins grand nombre de fibres primitives à parois minces. Dans le bas du pétiole, ces fibres se sclérifient plus ou moins, surtout celles qui sont en dehors du liber. Dans le haut elles sont entourées d'une assise à plissements; ceux-ci ne sont pas visibles à tous les niveaux. L'assise plissée peut aussi se sclérifier, surtout dans le bas du pétiole. Le *Tf.* présente de grandes lacunes polygonales. Une cavité centrale.

Épiderme à cuticule mince. Stomates. Traces de poils disparus.

b) *Gaine*. Les faisceaux, à section orbiculaire, présentent une zone cambiale en ligne droite et sont généralement entourés chacun d'un étui sclérenchymateux (fig. 227). La région postérieure, comprise entre les deux faisceaux *m'* (fig. 221 et 222), est réduite aux deux épidermes juxtaposés.

c) *Limbe*. Mésophylle bifacial, à parenchyme palissadique unisérié (fig. 228). Palissades larges, courtes, très souvent rameuses, séparées par des méats, remplissant environ le tiers de l'épaisseur du limbe. Les cellules du parenchyme spongieux sont grandes, très ramifiées. Épiderme équifacial ou subéquifacial à cellules très sinueuses, contenant des corps chlorophylliens. Cuticule mince et lisse, sauf sous les nervures principales à la face externe, où il existe de fines stries longitudinales.

Stomates sur les deux faces, non saillants. Vues de face, les cellules épidermiques péristomatiques de la face externe (fig. 229) présentent des sinuosités qui pénètrent sous les cellules de bordure. Cette particularité ne se présente pas à la face interne.

Poils d'une seule sorte, courts, cylindriques, caducs, à membrane mince et contenu clair. On les recherchera surtout sur la gaine adulte, donc dans le bourgeon (fig. 230).

FEUILLES BRACTÉALES.

Ce sont toutes celles qui naissent sur la hampe florifère. Elles sont entièrement aériennes et comprennent, du moins les inférieures :

1° Une gaine, qui a d'abord, dans sa région supérieure, la forme d'une petite coiffe, de 1 à 2 millimètres, portant une très petite ouverture apicale (1) ; cette coiffe se déchire bientôt par le grossissement des boutons floraux et la gaine prend la forme d'une cupule (fig. 231) (2); enfin, quand la feuille est adulte, la gaine est déchirée en deux portions scarieuses qui rappellent, plus ou moins exactement, les caractères décrits plus haut pour la gaine de la feuille végétative adulte, page 73 et figure 219;

2° Un pétiole et un limbe conformes à ceux des feuilles végétatives, mais de moins en moins développés à mesure qu'on s'élève sur la hampe. Les feuilles bractéales supérieures sont mêmes sessiles.

Toutes les feuilles bractéales reçoivent ordinairement de la tige sept faisceaux, comme les feuilles végétatives. Dès la sortie, les marginaux se confondent avec les latéraux; il en résulte que les régions latérales, postérieures et supérieures de la gaine ne sont pas vascularisées. Le pétiole ne possède plus que trois faisceaux principaux L, M, L. A la base du limbe, les dispositions déjà signalées pour les feuilles végétatives se reproduisent.

Les caractères histologiques ne présentent aucune particularité à signaler.

A l'extrémité de chaque dent de la feuille végétative et de la feuille bractéale adulte existe un de ces petits organes appelés « glande à eau », *wasserapparate, wasserspaltenapparate, hydathode,* avec de nombreux stomates aquifères (3).

(1) A voir, en été, aux premiers stades de la hampe florale.

(2) Observée ainsi en septembre; la gaine est donc adulte à cette époque et le limbe ne sera à l'état adulte qu'en avril de l'année suivante.

(3) Cfr. J. Goffart. — *Quelques mots sur la structure et la fonction des organes de sudation, chez les plantes terrestres et les plantes aquatiques,* Bull. de la Soc. royale de bot. de Belgique, t. XXXIX, 1900, première partie, pages 54-80.

PRÉFEUILLE.

Elle existe à la base de chaque bourgeon, entre celui-ci et le rhizome; elle est entièrement souterraine et atteint 3 à 4 millimètres de longueur seulement. On l'observera en septembre à la base des bourgeons des feuilles *n*-3, *n*-4 (voir organogénie).

Elle se compose (fig. 232) d'un petit limbe en forme de cuiller, d'un pétiole court et conique, d'une gaine conique arrondie rappelant les premiers stades de la feuille végétative et portant une ouverture à son sommet et du côté opposé au rhizome. C'est par cette ouverture que sortira la *fe.* 2 ou la première feuille végétative du bourgeon.

Elle reçoit trois faisceaux, orientés comme le montre la figure 233 par rapport à l'axe du rhizome.

GENRE *FICARIA.*

F. ranunculoides Mönch.

Plante vivace homophylle.

Gaine ailée; pétiole à section elliptique, canaliculé; limbe rappelant en plus petit celui de la Populage.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux. Dans la gaine deux marginaux, issus des L, se placent par pivotement vers la face interne. Deux intermédiaires sont refoulés vers la face externe, tandis que le M tend à se rapprocher de l'axe du pétiole.

Dans le pétiole, souvent sept faisceaux *m*, L, *i*, M, *i*, L, *m* (fig. 234, pl. IX).

A la base du limbe, le M se trifurque, le L se ramifie en éventail, et le *m* se rend vers la base du limbe, tout comme dans la Populage.

Histologie :

a) *Pétiole.* Les faisceaux sont très peu développés, à zone cambiale très arquée et peu active. Très rarement quelques fibres sclérifiées extralibériennes. *Tf.* lacuneux avec deux cavités centrales entre les faisceaux L, M, L.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial. Parenchyme palissadique unisérié (fig. 255) formé de cellules allongées, peu régulières, non rameuses, mais renflées sous l'épiderme, et séparées par de larges méats. Parenchyme spongieux assez dense, à petites cellules rameuses.

Épiderme équifacial à cellules très sinueuses et membranes minces.

Stomates sur les deux faces, non saillants; les sinuosités des cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure. Poils?

GENRE *OXYGRAPHIS.*

O. cymbalariae Prantl.

Plante vivace, homophylle.

Gaine courte, peu ailée; pétiole elliptique et un peu canaliculé; limbe comme la Ficaire, mais moins développé.

PARCOURS. — La feuille reçoit trois faisceaux. Ni marginaux ni intermédiaires dans le pétiole (fig. 256). C'est le pétiole de la Ficaire simplifié. A la base du limbe et dans le limbe, comme dans les deux genres précédents.

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole.* Comme la Ficaire.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 257). Parenchyme palissadique presque bisérié, occupant plus de la moitié de l'épaisseur du limbe; les palissades de la série sous-épidermique sont allongées, peu régulières, non rameuses, séparées par de larges méats. Parenchyme spongieux dense.

Épiderme équifacial à cellules très sinueuses et membranes minces.

Stomates sur les deux faces, saillants. Cellules péristomatiques présentant la même particularité que la Ficaire.

Je n'ai pas vu de poils, même dans le bourgeon, ni de traces de poils sur la feuille adulte.

CINQUIÈME GROUPE.

Type : HELLEBORUS FŒTIDUS L.

MODE DE VÉGÉTATION.

Dans le courant de l'été et en automne, sur les parties souterraines persistantes des tiges des années antérieures, on observe des tiges aériennes simples, homophylles (15 à 20 feuilles). Dans le bas, des feuilles séchées ou des cicatrices de feuilles disparues. Dans la partie moyenne, des feuilles végétatives adultes. Au sommet, un gros bourgeon floral protégé par des feuilles végétatives modifiées (fig. 238, pl. IX), dont l'ensemble forme une pérule aérienne ou florale protégeant les jeunes fleurs contre les chaleurs de l'été.

Dès la fin de l'automne ou en hiver, le bourgeon terminal se développe en une inflorescence très ample. Celle-ci se compose d'un axe principal qui continue la tige feuillée, se termine par une fleur et porte une quinzaine de bractées et autant de rameaux ou axes secondaires. Les axes secondaires se terminent également par une fleur et portent deux bractées non opposées mais insérées assez près l'une de l'autre. Ces bractées naissent à droite et à gauche du plan passant par la tige et le rameau. A leur aisselle naissent des axes de troisième ordre, pourvus aussi de deux bractées disposées d'une manière analogue. Des axes de quatrième ordre et d'ordre plus élevé peuvent naître de la même manière.

La ramification est progressive jusque vers la dixième bractée où, sur un pied développé dans des conditions normales, j'ai observé un rameau portant des axes de quatrième ordre. Au delà, elle est régressive jusqu'au sommet; le rameau le plus inférieur et celui du sommet ne portent chacun qu'une seule fleur et deux bractées La tige feuillée d'été, avec son bourgeon floral, est sortie de terre au printemps de l'année précédente, après avoir passé l'hiver à l'état de bourgeon souterrain [1]. Ce bourgeon se compose d'une préfeuille et d'une pérule foliaire souterraine. Les feuilles pérulaires foliaires s'épanouissent au printemps, et c'est à leur aisselle que naissent les bourgeons de remplacement. Les feuilles végétatives naissent ensuite.

Comme chez le *Trollius*, il y a donc ici deux pérules. Chez l'Hellébore, la pérule florale ou supérieure est entièrement aérienne et constituée par les feuilles bractéales; en outre, le développement de toutes les feuilles végétatives exige deux années, et ce développement est momentanément interrompu par l'hiver.

[1] Un pied d'*Helleborus fœtidus*, en fleur au mois de février 1900, était à l'état de bourgeon en automne 1897.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — La feuille primordiale possède une insertion de 360°. Le segment médian du limbe naît le premier; les autres apparaissent successivement, en ordre basipète (fig. 239 et 240).

A mesure qu'ils se forment, ils se disposent dans le bourgeon d'une façon spéciale (fig. 241); le segment médian est à l'extérieur, les autres sont disposés en deux séries imbriquées autour des segments marginaux extrêmes. L'ensemble forme un cône très aigu protégeant les feuilles plus jeunes.

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — La feuille adulte se compose d'une gaine non ailée, courte et plus ou moins épaisse, d'un pétiole demi-cylindrique, fortement canaliculé à sa face interne, d'un limbe polacrone, dit pédatiséqué (1), à segments oblongs-linéaires, dentés et brièvement rachidés.

Parcours. — La feuille, insérée dans la région moyenne de la tige, reçoit trois faisceaux :

$$m'' \ m' \ \mathrm{L} \ i \ \mathrm{M} \ i \ \mathrm{L} \ m' \ m''.$$

Dans la gaine, ces faisceaux restent toujours sur un seul arc; il n'y a jamais d'arc interne. En s'élevant, ils échangent entre eux de nombreuses anastomoses, au point qu'à certains niveaux on en trouve plus d'une vingtaine. Le nombre des faisceaux se réduit à neuf ou à peu près, en entrant dans le pétiole, et, à part les anastomoses obliques, ce chiffre reste sensiblement constant dans toute la longueur du pétiole (fig. 242).

Le parcours des faisceaux à la base du limbe mérite de fixer un instant l'attention. D'abord (fig. 243), il y a trifurcation du M. Les intermédiaires se jettent dans la branche latérale et cette

(1) Voir plus loin, Remarque, à la fin du type *Hellébore.*

dernière, ainsi renforcée, constitue le faisceau principal du segment voisin du médian que nous nommons *segment intermédiaire* (*segment i*). Le faisceau L se rend dans le segment L, puis, formant une sorte de sympode, chacune de ses ramifications, respectivement renforcée des faisceaux *m* et *m'*, constitue le faisceau principal des segments *m*, *m'*.

Outre ce faisceau principal, chaque segment de limbe reçoit encore un certain nombre de petits faisceaux qui se rendent dans les dents inférieures de ces segments et qui tirent leur origine des petits massifs anastomotiques situés entre ces mêmes segments et à leur base (fig. 243).

La *fe* 1 d'une plantule n'est en quelque sorte qu'un commencement de feuille pédalée (fig. 244). Son limbe est à trois segments; elle reçoit trois faisceaux. Le faisceau L ne constitue pas le faisceau principal du segment que l'on ne peut néanmoins appeler autrement que *segment latéral.*

Histologie :

a) *Pétiole.* Le faisceau M (fig. 245) est très développé ; son bois se compose de nombreux éléments à calibre fort étroit ; la zone cambiale présente une forme arquée à concavité tournée vers le bois; liber en croissant; un épais massif de fibres extralibériennes et parfois quelques-unes intraligneuses.

Tfi. presque toujours sans cavité centrale (fig. 242).

Un peu de collenchyme dans le *Tfe.*

Les cellules épidermiques ont leurs parois épaisses et ponctuées. La cuticule est aussi très épaisse avec de faibles stries longitudinales. Souches de poils tombés. Stomates peu nombreux.

b) *Gaine.* Les faisceaux, moins développés, mais sans éléments sclérifiés, présentent le même facies que dans le pétiole (fig. 246).

c) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 247). Parenchyme palissadique unisérié, occupant le tiers de l'épaisseur du limbe à palissades très allongées et membrane assez épaisse, étroites, très serrées ou séparées par des méats à peine visibles. Le parenchyme spongieux est dense, à petites cellules peu rameuses (fig. 248), membrane assez épaisse.

L'épiderme (fig. 249 et 250) est constitué par des cellules peu sinueuses, dont les parois latérales sont épaisses et ponctuées, marquées en dedans de bourrelets saillants ou crêtes plus ou moins prononcées et perpendiculaires à la surface épidermique.

Les parois internes de ces mêmes cellules sont aussi épaisses et ponctuées. Les parois externes sont très fortement épaissies et cutinisées; la cuticule est marquée de fortes stries rameuses anastomosées entre elles et quelque peu onduleuses. Ces stries sont moins accentuées à la face externe de la feuille.

Stomates saillants; ils n'existent pas à la face interne du limbe. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure.

Poils courts (fig. 251), caducs, pyriformes, claviformes ou vésiculeux, à membrane assez épaisse mais généralement amincie au sommet du poil, à contenu dense quand on les examine dans le bourgeon où ils atteignent leur état adulte ([1]).

FEUILLES BRACTÉALES.

La transition des feuilles végétatives aux bractées se fait d'une manière insensible : le pétiole se raccourcit, la gaine s'élargit et s'allonge, le limbe se réduit de plus en plus (fig. 252). Puis le pétiole disparaît (fig. 254, 255, 256 et 257), et les segments du limbe se rabattent par manière de protection sur les bractées plus jeunes (fig. 254 et 257). Enfin, on a la bractée simple, ovale et entière (fig. 258 et 259).

Toutes ces formes existent sur la partie florifère de la tige principale. La bractée ovale (fig. 258 et 259) n'existe que dans la région supérieure et sur les rameaux.

Le parcours des faisceaux dans les bractées qui ont un limbe découpé est le même, mais de plus en plus simplifié, que celui qui a été décrit dans la feuille végétative (fig. 253, 255, 256 et 257).

([1]) Les caractères histologiques m'ont paru très peu susceptibles de modifications, suivant le lieu de provenance des matériaux.

Dans les bractées ovales le parcours est typique. La figure 258 représente une de ces bractées très proche des précédentes et insérée sur la tige primaire. On y remarque encore la trifurcation du faisceau M et même un commencement de sympode ; les faisceaux L vont se perdre vers le milieu de la hauteur et parfois se rattacher aux branches du M par des anastomoses à peine perceptibles. La figure 259 provient d'une bractée prise dans la région tout à fait supérieure de cette même tige. Les bractées raméales lui sont identiques. Le faisceau M ne se trifurque plus et dans sa moitié supérieure il émet de chaque côté des branches ramifiées de façon à donner lieu à une nervation pennée. Cette région correspond à la région supérieure du segment médian de la feuille végétative.

A mesure que la gaine prend plus de développement, son *Tf.*, d'abord homogène, a bientôt une tendance à devenir un mésophyle partie palissadique, partie spongieux. Dans les bractées ovales les palissades sont courtes (fig. 260), peu développées et peu serrées (fig. 262). Les cellules du parenchyme spongieux sont peu rameuses (fig. 264).

L'épiderme (fig. 261 et 265) rappelle celui de la feuille végétative. Il existe des stomates et des poils caducs sur les deux faces [1].

FEUILLES PÉRULAIRES.

Il s'agit ici de la pérule inférieure.

L'orientation de la préfeuille est la même que celle des préfeuilles étudiées précédemment. Cette préfeuille est très courte, microscopique, épaisse, presque charnue, surmontée de trois mamelons peu perceptibles.

Les feuilles souterraines, très caduques, présentent progressivement toutes les formes de transition jusqu'à la feuille parfaite.

[1] Parfois de forme irrégulière, ressemblant alors à l'oogone du *Vaucheria sessilis.*

GENRE *HELLEBORUS.*

Les recherches ont porté sur *H. atrovirens* ([1]), *colchicus*, *lividus* Ait., *niger* L., *purpurascens* Waldst et Kit, *viridis* L.

La feuille se compose d'une gaine faiblement ailée, d'un pétiole cylindrique (*H. niger*, fig. 265) ou demi-cylindrique (*H. lividus*, fig. 266), ou bien encore subcylindrique avec une étroite gouttière à la face interne (*H. viridis*, fig. 267), etc., enfin un limbe polacrone à segments basipètes, libres, ordinairement rachidés, entiers ou lobés, rarement à trois segments (*H. lividus*).

La feuille reçoit le plus souvent de sept à onze faisceaux. Dans la gaine, ce nombre augmente rapidement et est souvent plus que doublé; à l'entrée du pétiole, il est réduit au chiffre initial. Il n'y a jamais de faisceaux à la face interne.

Dans le pétiole, ces faisceaux se disposent en fer à cheval dont les deux branches, parfois très ouvertes (fig. 266), peuvent aussi être très rapprochées par leurs extrémités (fig. 267) et même être complètement fermées quand le pétiole est cylindrique (fig. 265).

A la base du limbe, le trajet des faisceaux est le même que chez *H. fœtidus*. Remarquons seulement qu'il peut (*H. viridis*, fig. 268) ne pas exister de faisceaux de raccordement entre la branche latérale du faisceau M et le faisceau L. En outre, il n'existe pas toujours de petits massifs anastomotiques entre les divers segments du limbe. Une mention spéciale doit être faite pour *H. lividus*, où la branche latérale du faisceau M renforce le faisceau L avant d'entrer dans le segment latéral. Cette feuille ne ressemble donc pas à la *feuille I* d'*H. fœtidus*.

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole*. Le type du faisceau des Hellébores (fig. 269) est caractérisé par un bois constitué d'éléments à calibre très étroit; par une zone cambiale ne présentant jamais la courbure carac-

([1]) Détermination non garantie : Liége, 9 mai 1898.

téristique des autres Renonculacées : elle est en ligne droite ou possède une courbure inverse. En outre, il existe un massif très développé de fibres sclérifiées extralibériennes, minces et allongées, sauf chez *H. niger* (fig. 270) où le sclérenchyme fait défaut. Souvent aussi, un arc de fibres intraligneuses.

En règle générale, il n'y a pas de cavité centrale dans le *T/i*.

Les cellules épidermiques ont leurs parois épaisses et ponctuées ; la cuticule est aussi très épaisse et striée, plus rarement marquée de petits points qui lui donnent un aspect chagriné (*H. lividus* [1], *viridis*).

b) *Limbe*. Le mésophylle, épais et bien développé, est toujours bifacial (fig. 271). Le parenchyme palissadique unisérié se compose de cellules allongées, jamais rameuses, étroites, très serrées. Les cellules du parenchyme spongieux sont peu ramifiées.

L'épiderme est équifacial ou subéquifacial à cellules peu sinueuses, plus rarement irrégulières ou même subpolyédriques (*H. lividus*, fig. 272). Les parois latérales sont épaisses et ponctuées, plus rarement minces (*H. viridis*). Les parois extérieures sont aussi très fortement épaissies et cutinisées, à cuticule marquée de stries onduleuses ou chagrinée (*H. lividus* et *colchicus*).

Les stomates n'existent sur le limbe qu'à la face externe. Ils ne sont pas saillants. Les cellules péristomatiques sont visibles sous les cellules de bordure ou bien elles pénètrent à peine sous ces cellules (*H. viridis*).

Les poils présentent :

1° Deux formes principales (*H. purpurascens*, fig. 273, et *atrovirens*) savoir :

a) Poils rubanés, cylindriques ou légèrement ventrus, à sommet arrondi, à membrane peu épaisse ou même très mince, à contenu clair; ils existent surtout sur le limbe.

b) Poils vésiculeux ou claviformes, courts, membrane épaisse, contenu dense; surtout sur le pétiole et principalement dans la gouttière de la face interne;

[1] Sur la gaine, la cuticule est striée.

2° Une seule forme : ce sont des poils vésiculeux ou claviformes plus ou moins nombreux, que l'on observe chez les autres espèces. Chez *H. viridus,* je n'ai pas trouvé de poils ni de traces de poils.

Signalons enfin chez *H. niger*, face externe des nervures, des cellules épidermiques fortement soulevées vers l'extérieur (fig. 274).

REMARQUE. — La nervation de la feuille d'Hellébore et la forme de son limbe n'ont pas toujours été interprétées de la même manière par les divers auteurs.

Les uns, avec Linné et De Candolle, admettent deux nervures principales très divergentes partant de la base du limbe et portant chacune, sur leur côté intérieur, des nervures secondaires, parallèles entre elles et perpendiculaires sur les principales (1).

Les autres, notamment Sachs et Van Tieghem, considèrent les segments latéraux du limbe comme formant une cyme unipare scorpioïde. Ainsi, chaque segment latéral forme, sur son bord externe, un segment de troisième ordre, qui à son tour produit du même côté un segment de quatrième ordre, et ainsi de suite. La feuille pédalée est donc une cyme bipare commençante qui se continue de chaque côté en une cyme unipare scorpioïde (2).

Les recherches qui précèdent, notamment l'organogénie des segments du limbe, et l'étude anatomique du parcours des faisceaux dans toute l'étendue de la feuille végétative, de la feuille 1 et des bractées de toute espèce, vont nous permettre de mettre en relief ce qu'il y a de particulier dans la feuille des Hellébores.

D'abord, tous les segments du limbe chez *H. fœdidus, niger,* etc., sont primaires et basipètes.

En second lieu, le segment voisin du médian n'est nullement vascularisé par le faisceau L ; son faisceau principal est la branche

(1) Cf. DE CANDOLLE, *Théorie élémentaire de la botanique,* 1846, 3e édit., p. 399.

(2) Cf. VAN TIEGHEM, *Traité de botanique,* 1891, p. 294.

latérale issue de la trifurcation du M et renforcée des intermédiaires. Nous l'avons nommé pour cette raison *segment i;* il prend ici un développement presque égal à celui du segment M. Le segment qui reçoit le faisceau L est donc le troisième à partir du médian.

Enfin, ces divers segments et plus spécialement les marginaux sont libres, obscurément et inégalement rachidés.

Si nous comparons le limbe de l'Hellébore à celui d'une feuille à limbe polacrone et basipète, l'*Aconitum Anthora*, par exemple, la seule différence importante réside en ce que chez ce dernier les segments sont confluents à la base sur une certaine hauteur. En effet, la figure 200 de la planche VIII, rapprochée de la figure 243 planche IX, et de la figure 268 planche X (Hellébore) montre avec ces dernières une analogie frappante. Rien ne s'oppose à ce que chez l'*A. Anthora* on considère un segment *i* en appelant faisceau *i* celui qui est appelé L dans la figure 200; alors le faisceau dénommé *m*, dans cette figure, devient L. Cette double interprétation à laquelle peut donner lieu la feuille d'*A. Anthora* et d'autres qui lui sont similaires, notamment celle de certains *Delphinium*, tient à ce que ces feuilles forment en quelque sorte la transition entre la feuille de *Trollius* d'une part et celle des Hellébores d'autre part. La feuille pédalée n'est donc au point de vue de la nervation qu'une feuille d'*A. Anthora*, mais à segments libres, faiblement et inégalement rachidés, surtout les marginaux.

Remarquons encore, pour terminer, que si l'on considère le parcours des faisceaux dans les bractées, il y a lieu de faire ressortir que ce sont spécialement les branches latérales du faisceau M et les ramifications naissant en sympode sur ces branches qui vont surtout vasculariser les divers segments du limbe de ces bractées. En effet, les faisceaux L et *m*, venant de la base de la bractée, s'élèvent en s'affaiblissant jusqu'à une certaine hauteur et vont se raccorder plus ou moins directement avec les branches dont il vient d'être question.

SIXIÈME GROUPE.

Type : **PAEONIA OFFICINALIS** L.

MODE DE VÉGÉTATION.

La pousse florifère est insérée sur la portion souterraine de la tige de l'année précédente. Elle porte :

1° Des feuilles pérulaires, les unes souterraines, les autres aériennes formant une série légèrement progressive;

2° Des feuilles végétatives en série régressive.

C'est généralement le bourgeon de l'avant-dernière feuille pérulaire souterraine qui est le mieux développé et qui fournira la pousse principale de remplacement.

Des pousses de moindre importance (fig. 275) peuvent naître sur des racines traçantes tubérisées et produire ainsi un déplacement de la souche.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie**. — La plus complète, l'inférieure, débute par trois mamelons primaires différenciés dans une feuille primordiale de 360° d'insertion [1].

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Elle se compose d'une gaine non ailée ayant un angle d'insertion de 120-140°, d'un pétiole subcylindrique faiblement canaliculé, d'un limbe composé triacrone à segments rachidés, portant 1-2 paires de segments secondaires, rachidés ou non; les folioles sont ovales, lancéolées, entières.

Parcours. — Dans l'entrenœud situé sous la feuille végétative inférieure, la couronne libéroligneuse prend une forme caractéristique, déjà à plusieurs centimètres sous l'insertion

[1] Cf. Trécul, *Mémoire sur la formation des feuilles*, in Ann. Sc. nat., 1853, 3e série, t. XX, pl. XXIII.

(fig. 276). Les trois saillies de cette couronne correspondent aux faisceaux L, M, L.

A un niveau quelque peu supérieur, on voit se détacher des massifs libéroligneux concentriques [1] (fig. 277) *i*, *m*, qui chevauchent dans le *Tfe.* de l'entrenœud, puis qui sortent dans la feuille avec les faisceaux L, M, L.

Dès la base de la gaine, ces faisceaux et massifs libéroligneux se fragmentent et l'on a alors un simple arc de faisceaux assez nombreux, disposés vers la face externe de la gaine, jamais à la face interne. Il en est de même dans le pétiole (fig. 278), où toutefois le nombre des faisceaux diminue. Là, l'aspect de la coupe varie d'ailleurs d'un niveau à l'autre et peut prendre parfois des dispositions asymétriques (fig. 279); on y retrouve difficilement les faisceaux M *i* L *m m' m''*. Cela tient à ce que dans toute la longueur du pétiole ces faisceaux s'élargissent çà et là tangentiellement en multipliant leurs éléments libéroligneux et se confondent, tantôt d'un côté, tantôt de l'autre, avec les faisceaux voisins. Ce phénomène n'est autre qu'un échange d'anastomoses obliques exagéré ici, mais qu'on observe généralement dans tous les pétioles des Renonculacées.

A la base du limbe, on observe très souvent les faisceaux L *i* M *i* L fusionnés en un seul arc (fig. 280) qui se disloque ensuite en trois tronçons pour chacun des trois rachis primaires. Il n'y a pas de voûte anastomotique, ni à proprement parler d'arcs transversaux [2].

[1] Ce que je décris ici provient d'observations faites dans la feuille inférieure d'une pousse printanière; c'est aussi ce qu'il y a de plus général et de plus constant. A l'état adulte, l'organisation est quelque peu différente et est susceptible de varier d'une pousse à l'autre.

Les faisceaux et les massifs libéroligneux dont il est question dans l'étude sur les Pivoines sont presque toujours des massifs anastomotiques de plusieurs faisceaux.

[2] Les feuilles de la région supérieure de la tige ne reçoivent plus qu'un seul faisceau, ou massif anastomotique, de la couronne libéroligneuse. Mais elles reçoivent en outre, des branches transversales de certains massifs libéroligneux concentriques qui parcourent le *Tfe.* de l'entrenœud inférieur

Histologie :

a) *Pétiole.* Les faisceaux ou fragments de la couronne libéroligneuse existant dans le pétiole ont tous une structure identique (fig. 281). Le B_1 se compose de trachées disséminées parmi des fibres primitives non différenciées ; la zone cambiale présente une convexité extérieure ; le liber renferme de grandes cellules grillagées ; le sclérenchyme est représenté par de petits ilots extralibériens de fibres à parois très épaisses.

Le *Tfi.* du pétiole n'a pas de cavité centrale ; les cellules ont leurs parois assez épaisses et ponctuées.

Le *Tfe.* est à parois minces et, sous l'épiderme, existent plusieurs assises de cellules collenchymateuses, sur toute la périphérie du pétiole.

Épiderme à cuticule épaisse et chagrinée. Les parois latérales des cellules sont ponctuées. Stomates ; poils caducs.

b) *Gaine.* Les massifs libéroligneux concentriques du *Tfe.* de la tige et de l'extrême base de la gaine ont une section parfaitement circulaire ou elliptique (fig. 282). Au centre, un *Tf.* à parois minces, des trachées étroites, puis les éléments du B_2 en séries radiales, enfin une couronne de liber à l'extérieur et parfois aussi des ilots de fibres sclérifiées. Ces massifs concentriques sont quelquefois ouverts de façon à simuler un fer à cheval dont les branches sont plus ou moins écartées.

c) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 283). Parenchyme palissadique unisérié formé de cellules rameuses, irrégulières, parfois en forme d'H, serrées, mais laissant entre elles d'étroits méats. Parenchyme spongieux dense à cellules ramifiées (fig. 284).

Épiderme équifacial (fig. 285 et 286) à cellules sinueuses,

et qui continuent dans l'entrenœud supérieur. Dans ce dernier, de nouveaux massifs concentriques apparaissent et leur nombre augmente à mesure que l'on s'approche du sommet de la pousse. Ils me paraissent être en rapport intime avec les pièces florales. L'étude approfondie de leur parcours complet s'impose et n'est certainement pas dépourvue d'intérêt, d'autant plus que j'en ai observé, accidentellement il est vrai, dans le *Tf.* interne (voir fig. 276, près du faisceau L, à droite).

membranes latérales minces, cuticule assez épaisse, lisse ou plus souvent finement chagrinée.

Stomates à la face externe seulement, non saillants; les cellules péristomatiques ne pénètrent pas sous les cellules de bordure. Poils, surtout à la face externe, cylindriques, peu allongés, à membrane mince, plus ou moins arrondis à l'extrémité, caducs.

FEUILLE BRACTÉALE.

On peut considérer comme bractée la feuille simple, entière, ovale-lancéolée, qui est insérée sous les pièces du calice.

Elle reçoit un faisceau ou massif fasciculaire de la couronne libéroligneuse et plusieurs branches transversales fournies par les massifs libéroligneux concentriques très nombreux à cette hauteur de la tige. Elle n'est néanmoins parcourue que par trois faisceaux principaux qui se rejoignent au sommet.

FEUILLES PÉRULAIRES.

Elles comprennent la préfeuille, insérée comme les préfeuilles étudiées précédemment, des feuilles souterraines et des feuilles aériennes en série progressive. Elles sont distiques, quand les bourgeons se développent normalement.

L'une des plus complètes atteint 6 à 8 centimètres de haut; elle est linéaire, oblongue et se compose d'une gaine auriculée surmontée d'un limbe rudimentaire (fig. 287).

Le nombre de faisceaux que reçoivent les feuilles pérulaires de la couronne libéroligneuse de la tige, est assez variable, ordinairement cinq. Il peut aussi en exister qui n'aient aucune attache visible avec cette couronne.

La gaine et les oreillettes sont toujours fortement vascularisées.

GENRE *PAEONIA*.

Les *P. albiflora* Pall., *intermedia* C. A. Meyer, *mollis* And, *Moutan* Sims et *tenuifolia* L. présentent une remarquable res-

semblance avec le *P. officinalis* en ce qui concerne leurs feuilles végétatives. Il y a seulement à signaler les particularités suivantes.

Quand le pétiole est demi-cylindrique, les faisceaux restent toujours disposés en fer à cheval à branches plus ou moins ouvertes. Mais s'il devient cylindrique, les extrémités des branches se rapprochent et les faisceaux ont en outre une tendance à se fusionner en une couronne libéroligneuse : *P. Moutan* (fig. 288).

Les cellules du *Tfi.* du pétiole ne sont pas ponctuées chez *P. intermedia* et *tenuifolia.*

Les palissades, généralement courtes et toujours rameuses, peuvent devenir isodiamétriques et même plus larges que hautes: *P. Moutan* (fig. 289), *intermedia*, *mollis*, etc.

L'épiderme peut être bifacial, à cellules polyédriques à la face interne, et très peu sinueuses à la face externe : *P. Moutan* (fig. 290 et 291).

Les poils sont rares et le plus souvent flétris ou disparus sur la feuille adulte. Toutefois, chez *P. mollis* ils sont nombreux, surtout à la face externe du limbe ; ils sont cylindriques, rubanés, assez allongés, membrane mince.

Enfin, sauf dans *P. officinalis*, j'ai observé chez toutes les Pivoines de nombreux cristaux en oursins, spécialement localisés dans le *Tf.* du pétiole au voisinage des faisceaux. On en trouve aussi, mais plus rarement, dans le mésophylle et le *Tf.* des nervures, notamment chez *P. Moutan.*

SEPTIÈME GROUPE.

Type : CLEMATIS FLAMMULA L.

MODE DE VÉGÉTATION.

Voir R. Sterckx : *Tribu des Clématidées,* dans les Archives de l'Institut botanique de l'Université de Liége, vol. I, pages 23 et 30.

A la base de la pousse de *C. Flammula* existent trois à cinq paires de petites feuilles opposées-décussées, courtes, à base large, de forme triangulaire (fig. 292, pl. XI).

Les feuilles des paires suivantes sont plus allongées, linéaires, sessiles, à sommet arrondi (fig. 293). Plus haut, elles prennent une forme obovale, pétiolée (fig. 294 et 295). Enfin, elles s'allongent et se développent davantage par l'apparition de segments secondaires, entiers, puis découpés (fig. 296), ce qui nous conduit à la forme de la feuille végétative la plus complète.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie**. — En deux points diamétralement opposés du bourrelet annulaire qui représente ici les deux feuilles primordiales opposées, apparaissent deux mamelons primaires correspondant au sommet de ces deux feuilles. Chacune d'elles n'a donc qu'une insertion de 180°.

Bientôt deux autres sommets végétatifs prennent naissance en ordre basipète par rapport au premier. Ils occupent une position intermédiaire entre la gaine et le mamelon, sur lequel ils sont insérés, du moins partiellement (fig. 297). On doit, à mon avis, plutôt les considérer comme des mamelons secondaires.

D'autres mamelons secondaires prennent naissance en ordre acropète (fig. 298 et 299).

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Elle comprend (fig. 300) une gaine non ailée, à peine distincte, un pétiole à section subpentagonale, un limbe monacrone qui se compose d'un rachis primaire por-

tant quatre paires de rachis secondaires, articulés à angle droit et terminés chacun par une foliole; les deux paires inférieures portent elles-mêmes une paire de rachis tertiaires. Les folioles sont ovales ou suborbiculaires, entières ou paucilobées.

Parcours. — Chaque feuille reçoit trois faisceaux

L, M, L.

Aussitôt sortis, ils se divisent, comme le montre le schéma (fig. 301). Une branche émanant du M subit une torsion de 180° et vient se placer à la face interne. Une autre, venant du L, pivote sur elle-même pour s'orienter de la même manière.

Il y a dans la gaine des ramifications assez nombreuses qui, finalement, aboutissent à la coupe typique du pétiole comprenant (fig. 302) à la face externe :

m m' L *i* M *i* L *m' m*

et, à la face interne, un nombre variable de marginaux qui s'anastomosent fréquemment entre eux, et peuvent même former un faisceau O dans le plan médian de la feuille.

Au sommet du pétiole, il y a trifurcation du M ([1]) et bifurcation du L (fig. 303) : l'une des branches du L, renforcée de la branche latérale du M, continue dans le rachis primaire (fig. 301). Le rachis secondaire inférieur reçoit donc l'autre branche du L comme faisceau principal, divers marginaux et d'autres faisceaux greffés sur un arc anastomotique allant de la face interne à la face externe (fig. 301 et 304).

Les autres rachis sont insérés de la même manière, mais avec quelques simplifications du bas vers le haut ([2]).

([1]) Dans cette trifurcation, les branches latérales sont néanmoins beaucoup plus faibles que la branche médiane; ce n'est donc pas une trifurcation proprement dite.

([2]) Comme dans les feuilles monacrones d'*Adonis autumnalis*, planche I, figure 2, c'est l'une des branches du L, celle qui est le plus éloignée du M, qui constitue le faisceau principal du rachis secondaire inférieur. Toutefois, dans le cas de la Clématite, il y a une complication consistant en une sorte de « nœud » à l'insertion des rachis secondaires.

Remarquons que, dans chaque foliole, les nervures principales convergent nettement vers le sommet de la foliole (fig. 300).

Histologie :

a) *Pétiole.* Faisceau médian à section ovale, en coin aigu du côté du B_1, B_2 avec éléments de gros calibre, zone cambiale peu arquée, massif libérien allongé tangentiellement. Nombreuses fibres sclérifiées extralibériennes, étroites et allongées.

Entre les faisceaux se trouvent des ponts très développés de cellules à parois épaissies, sclérifiées et ponctuées, qui s'étendent jusqu'à la pointe interne des gros faisceaux et qui dépassent la pointe des plus petits (fig. 302).

Le *Tfi.* est formé de cellules à parois épaissies et ponctuées ; pas de cavité centrale.

Le *Tfe.* présente des cellules collenchymateuses dans les cinq arêtes.

L'épiderme est à cuticule lisse ou très finement chagrinée. Stomates. Poils dimorphes.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 303), peu épais. Parenchyme palissadique unisérié, composé de palissades allongées, la plupart simples, quelques-unes rameuses, très serrées. Parenchyme spongieux, dense, à petites cellules ramifiées.

Épiderme équifacial à cellules sinueuses, membrane mince, cuticule lisse.

Stomates non saillants, à la face externe seulement; les cellules péristomatiques pénètrent quelque peu sous les cellules de bordure.

Poils dimorphes, très nombreux dans le bourgeon, mais la plupart flétris ou disparus à l'état adulte. Les uns (fig. 306) allongés, cylindriques, rubanés, effilés, la plupart à membrane épaissie unilatéralement dans le poil adulte. Les autres courts, claviformes ou pyriformes, à membrane épaisse et à contenu dense. Ceux-ci existent surtout à la face interne du pétiole.

GENRE *CLEMATIS*.

Les feuilles de *C. integrifolia* L. (fig. 307) sont monacrones, sessiles, à limbe entier. Celles de *C. erecta* All., *angustifolia* Jacq, *Vitalba* L., ont, comme *C. Flammula*, un limbe monacrone avec segments secondaires acropètes et rachidés. Les *C. heracleaefolia* D.C. et *Stans* Sieb. et Zucc., ont un limbe à trois segments rachidés, intermédiaire entre le type monacrone et le type triacrone.

Parcours. — Toutes ces feuilles reçoivent trois faisceaux. Toutes possèdent des faisceaux à la face interne du pétiole, qui se forment déjà dès la base de la gaine et qui se disposent sur deux arcs comme dans le *C. Flammula*. A part *C. Vitalba* (fig. 308), les autres espèces présentent dans la coupe transversale de leur pétiole une remarquable ressemblance avec celle de *C. Flammula*.

Dans *C. integrifolia* (fig. 307), les faisceaux L vont se rejoindre avec le M au sommet du limbe.

Le *C. erecta* montre à la face externe du pétiole :

m' *m* *m'* L *i* M *i* L *m'* *m* *m'*,

plus une nombreuse série à la face interne. Les rachis secondaires sont insérés sur les marginaux extrêmes *m* et *m'* après avoir formé avec les autres faisceaux externes un arc anastomotique complet, ainsi que deux bandes transversales avec quelques faisceaux de la face interne (fig. 309).

Dans *C. Stans* et *heracleaefolia,* bien qu'à trois segments, il n'y a pas de trifurcation du faisceau M. Le faisceau L semble se partager également entre le rachis M et le rachis L. (fig. 310 et schéma 311).

En règle générale, on peut signaler dans chaque foliole de Clématite la convergence des nervures principales vers le sommet du limbe.

Histologie. — Au point de vue histologique, ces Clématites se ressemblent beaucoup. Il n'y a guère à signaler comme différant

des caractères du *C. Flammula* que le *Tfi.* à parois minces dans le pétiole de *C. angustifolia*, le mésophylle presque bisérié avec palissades courtes chez *C. erecta*, la cuticule des folioles très distinctement chagrinée chez *C. erecta* et striée chez *C. heracleaefolia.* Enfin, chez cette dernière, les parois latérales des cellules épidermiques à la face interne des folioles sont ponctuées.

HUITIÈME GROUPE.

GENRE RANUNCULUS.

Les nombreuses espèces de ce genre peuvent se rattacher, par l'architecture de leur feuille végétative principale, aux différents groupes étudiés précédemment [1] : les *R. lingua* L., *Flammula* L., *amplexicaulis* L. ont un limbe monacrone; les *R. aquatilis* L., *divaricatus* Schrk., *fluitans* Lmk. ont un limbe triacrone; les *R. âcris* L., *lanuginosus* L., *platanifolius* L. ont un limbe polacrone [2].

Pour l'intelligence de ce genre important et complexe, j'ai cru devoir d'abord faire l'étude approfondie d'un type de chacune de ces trois catégories.

I. — LIMBE MONACRONE.

Type : Ranunculus Lingua L.

En juillet, la pousse qui est insérée sur un rhizome submergé atteint parfois 2 mètres d'élévation; elle porte des feuilles végétatives et des bractées distiques.

Les bourgeons de remplacement se forment aux nœuds du rhizome. Ils se développent en automne ou au printemps suivant : préfeuille, quatre à six feuilles pérulaires, un nombre variable de feuilles végétatives nageantes qui apparaissent ou bien toutes en automne, ou toutes au printemps, ou partie en automne et partie au printemps. L'hivernage a lieu, dans tous les cas, sous l'eau.

FEUILLE VÉGÉTATIVE AÉRIENNE.

A. **Organogénie**. — La feuille primordiale est un manchon fendu, de 360°, qui se relève bientôt au point M. Les bords de la fente grandissent et se recouvrent l'un et l'autre, surtout dans le

[1] Certains auteurs ont voulu faire dériver toutes les Renonculacées du genre *Ranunculus*.

[2] D'autres espèces, dont je n'ai pu me procurer des représentants assez complets, se rattachent nettement au groupe de la Populage, d'autres au groupe de l'Hellébore.

bas (pl. XI, fig. 312). La feuille est alors enroulée en cornet (fig. 313).

Le faisceau M apparait et se différencie le premier, puis successivement les faisceaux L, *m*, *m'*, *m''*.

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Elle se compose d'une gaine ailée de 360°, d'un pétiole comprimé et canaliculé, d'un limbe ensiforme, lancéolé, aigu, à bords denticulés ou entiers. Les limites de séparation entre gaine, pétiole et limbe ne peuvent être déterminées d'une façon précise.

Parcours. — La feuille reçoit neuf faisceaux (fig. 314) :

m'' *m'* *m* L M L *m* *m'* *m''*

qui se disposent sur un seul arc dans le pétiole (fig. 315) et qui, sur la coupe transversale, sont rangés par ordre de taille dans la gaine, le pétiole et le limbe.

Les faisceaux M et L parcourent la feuille presque en droite ligne, depuis la base jusqu'au sommet, et ne se réunissent que tout à l'extrémité de la feuille. Les L restent dans la nervure principale jusque vers le haut de la feuille, tandis que les *m* s'écartent du plan médian foliaire dès la base du limbe pour ne s'en rapprocher qu'au sommet. Les faisceaux *m'* et *m''* aboutissent, à des niveaux différents, dans les bords du limbe.

Histologie :

a) *Pétiole*. Le faisceau M a une section transversale en forme d'ellipse allongée (fig. 316), la zone cambiale est à peine arquée; deux massifs de fibres sclérifiées.

Tfi. très lacuneux; grandes cellules à parois minces; une cavité centrale.

Épiderme à cuticule lisse; stomates; poils.

b) *Limbe*. Mésophylle bifacial (fig. 317). Parenchyme palissadique unisérié se composant de grandes cellules plus ou moins allongées, avec méats, souvent renflées aux extrémités mais non

rameuses, irrégulières vues de face (fig. 318). Parenchyme spongieux à grandes cellules ramifiées.

Épiderme équifacial, cellules très sinueuses. Cuticule assez épaisse, marquée de fines granulations cireuses.

Stomates saillants, également répartis sur les deux faces.

Poils uniformes, allongés, cylindriques, effilés au sommet, à membrane épaisse (fig. 317).

FEUILLE VÉGÉTATIVE NAGEANTE.

C'est la feuille qualifiée primaire par J. Massart (**34**). On en compte ordinairement six à dix. Ce sont les premières feuilles de la pousse au-dessus de la pérule. Elles sont aussi distiques.

A l'état jeune, le limbe est très épais et d'abord creusé en cuiller (pl. XII, fig. 319), avec le sommet infléchi (fig. 320). Puis ce limbe s'enroule en cornet comme dans la feuille aérienne (fig. 321).

A l'état adulte (fig. 322), la feuille se compose d'une gaine ailée avec insertion de 360°, d'un pétiole arrondi, subcylindrique (fig. 323), et d'un limbe oblong, subcordé, obscurément denté. Les trois régions sont nettement distinctes.

Parcours. — La feuille reçoit généralement cinq faisceaux :

m L M L *m*,

qui, dans le pétiole, n'échangent que très rarement de fines anastomoses obliques.

A la base du limbe, il y a entre eux des arcs transversaux qui les relient et forment une sorte de « nœud ».

Histologie :

a) *Pétiole*. Ni sclérenchyme, ni assise à plissements autour des faisceaux. Cinq cavités dans le *Tf.* (fig. 323).

b) *Limbe*. Mésophylle homogène (fig. 324) : toutes les cellules sont globuleuses, irrégulières ou isodiamétriques sur la section transversale, et irrégulières vues de face sous les épidermes.

Épiderme équifacial comme dans la feuille végétative aérienne.

Stomates sur les deux faces, mais très rares à la face externe ([1]).

Poils nuls.

FEUILLES BRACTÉALES.

Les supérieures sont sessiles et ne reçoivent que trois faisceaux. Comme les feuilles aériennes et les feuilles nageantes, elles possèdent, à l'extrémité des dents, des organes de sudation ([2]).

FEUILLES PÉRULAIRES.

La préfeuille n'est qu'une gaine triangulaire, à trois faisceaux, orientés comme dans les préfeuilles étudiées précédemment.

Les feuilles pérulaires se composent d'une gaine surmontée d'un petit limbe creusé en cuiller rappelant le stade jeune de la feuille nageante (fig. 320). Toutes sont distiques.

R. amplexicaulis L. — **R. Flammula** L. — **R. gramineus** L.

Les feuilles de ces trois espèces sont, comme celles de *R. Lingua*, caractérisées par :

1° Une gaine ailée avec insertion de 360°, un pétiole canaliculé, un limbe plus ou moins longuement lancéolé à bords entiers ou à peine dentés;

([1]) Dans les parterres du Jardin botanique de Liége, j'ai recueilli ces feuilles nageantes devenues aériennes, faute d'eau dans les bassins. J'y ai observé certaines particularités. Leur limbe ne dépasse guère les dimensions d'une pièce de 50 centimes. Dans le pétiole, les faisceaux ont des fibres sclérifiées, et les éléments libéroligneux sont beaucoup plus nombreux. L'hypoderme est collenchymateux.

Dans le limbe, le mésophylle rappelle beaucoup celui de la feuille végétative aérienne et l'épiderme externe possède autant de stomates que l'épiderme interne.

([2]) Voir la note ([3]) au bas de la page 76 du présent Mémoire.

2° L'absence de toute séparation morphologique, tant interne qu'externe, bien précise, entre les trois régions de la feuille ([1]);

3° La disposition des faisceaux dans le pétiole où ils sont toujours rangés en un seul arc vers la face externe (fig. 325, 326 et 327);

4° La convergence des faisceaux principaux qui se réunissent au sommet du limbe.

Ces trois espèces reçoivent de la tige de sept à onze faisceaux, parmi lesquels un intermédiaire :

$$m \quad L \quad i \quad M \quad i \quad L \quad m$$

$$m' \quad m \quad L \quad i \quad M \quad i \quad L \quad m \quad m', \text{ etc.,}$$

tandis que ceux du *R. Lingua* forment une série décroissante du médian au marginal extrême :

$$m'' \quad m' \quad m \quad L \quad M \quad L \quad m \quad m' \quad m''.$$

Il y a toujours des stomates sur les deux faces.

Comme caractères spéciaux à chacune d'elles, signalons :

R. Flammula. Deux massifs de sclérenchyme (fig. 325) dans le pétiole, qui se réunissent pour former un étui autour de chaque faisceau dans la gaine.

Mésophylle bifacial : une série de palissades oblongues, simples et régulières, peu serrées.

Épiderme subéquifacial, à cellules peu sinueuses; les parois latérales des cellules sont épaissies et ponctuées.

Poils comme *R. Lingua.*

R. amplexicaulis. Les bords de la gaine sont soudés entre eux jusqu'à un certain niveau; la gaine de la feuille primordiale est donc ici un manchon complet.

Dans la gaine, les faisceaux deviennent très nombreux, une cinquantaine parfois.

([1]) Le *R. Flammula* possède deux catégories de feuilles comme le *R. Lingua.*

Un étui sclérenchymateux autour de chaque faisceau; zone cambiale bien arquée (fig. 326).

Mésophylle et poils comme *R. Flammula*.

Épiderme bifacial : cellules irrégulières à la face interne, sinueuses à la face externe.

R. gramineus. Assez souvent un étui sclérenchymateux autour de chaque faisceau dans le pétiole (fig. 327).

Dans le limbe, les faisceaux avec les deux massifs de sclérenchyme ne sont séparés des épidermes que par une seule assise de cellules (fig. 328). Le mésophylle est homogène à cellules globuleuses ou presque homogène; dans ce dernier cas, il existe une assise sous-épidermique que l'on peut considérer comme parenchyme palissadique, et le mésophylle devient alors légèrement bifacial.

Épiderme équifacial à petites cellules polyédriques ou irrégulières, à peine sinueuses.

Je n'ai pas vu de poils.

II. — LIMBE TRIACRONE.

Type : Ranunculus aquatilis L.

La plante [1], en avril, est dressée au fond de l'eau (fig. 329). Elle porte de six à dix feuilles végétatives submergées, en série progressive, puis se termine par une fleur; l'angle phyllotaxique est égal à $^2/_5$. Le bourgeon axillaire de la feuille supérieure (feuille bractéale) continue la tige, qui est donc sympodique à partir de cette hauteur et ainsi dans toute sa région florifère.

Les bourgeons axillaires des feuilles de la série progressive peuvent se développer en rameaux qui, généralement, sont aussi d'abord monopodiques, puis sympodiques.

[1] Je suis bien porté à croire que cette espèce est annuelle et non vivace : Je n'ai pas trouvé jusque maintenant d'organe d'hivernage. La figure 329 montre un axe hypocotylé bien caractérisé.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — Feuille primordiale avec gaine de 360°, fendue. Trois mamelons L, M, L, et deux saillies qui deviendront les auricules, comme à l'*Anemone nemorosa* [1].

B. **Feuille adulte.**

Caractères extérieurs. — Gaine de 360°, ailée et auriculée, pétiole cylindrique, limbe découpé en nombreuses lanières cylindriques supportées par trois rachis primaires inégaux; le segment médian est moins développé que les segments latéraux.

Parcours. — La feuille reçoit trois faisceaux (fig. 330) :

L M L

qui parcourent la gaine et le pétiole en n'échangeant que de très rares anastomoses obliques (fig. 330 et 331). Les auricules ne sont pas vascularisées.

A la base du limbe, le M se trifurque et le segment médian ne reçoit, dans les cas ordinaires, que la branche médiane. Les segments L reçoivent trois faisceaux qui persistent jusqu'à la deuxième trifurcation. Au delà, il n'existe plus qu'un seul faisceau.

Histologie :

a) *Pétiole.* Le faisceau M (fig. 332) renferme une lacune à la place du B_1 [2], la zone cambiale est très peu active et non arquée.

Pas d'éléments sclérifiés; une assise à plissements bien distincte.

Tf. lacuneux sans cavité centrale.

Épiderme chlorophyllien, faiblement cutinisé, sans poils ni stomates.

(1) Les renseignements fournis par M. Massart (**34**, p. 218, et pl IV, fig. 59 et 60) s'appliquent à l'organogénie des feuilles bractéales nageantes non laciniées : il se forme, de chaque côté du mamelon M, un mamelon L qui se dichotomise, et le limbe n'est pas, à proprement parler, pentacrone.

(2) Cette lacune n'existe généralement pas dans le bas et le haut du pétiole; elle manque complètement dans les faisceaux L.

b) *Gaine.* Elle est réduite dans les régions marginales et les auricules, aux deux épidermes juxtaposés. Sur la face externe des auricules, de nombreux poils longs, cylindriques, effilés, grêles, à membrane mince.

c) *Limbe.* Les lanières ont une section circulaire (fig. 333), montrant au centre un faisceau à éléments peu nombreux, un mésophylle homogène, presque sans méats, avec corps chlorophylliens très peu nombreux.

Épiderme à cellules polyédriques (fig. 334), subquadrangulaires sur leur face externe, riches en chlorophylle.

Stomates nuls ([1]).

Poils au nombre de quatre à six, localisés à l'extrémité des lanières; ils sont cylindriques, effilés, peu allongés, hyalins, membrane mince.

FEUILLES BRACTÉALES.

Sur un même pied, elles sont beaucoup plus nombreuses que les feuilles végétatives. Elles sont *submergées* ou *nageantes.*

Les bractées submergées sont lacinées, à pétiole court ou nul, à auricules très développées. Pour le reste, elles ne diffèrent pas des feuilles végétatives.

Les bractées nageantes possèdent une gaine analogue à celle des autres bractées, un pétiole subcylindrique distinct, un limbe (fig. 335) non lacinié, large, à trois segments sessiles et crénelés, libres ou concrescents à la base, le médian moins développé que les deux latéraux qui sont plus ou moins profondément bilobés.

Le faisceau L se bifurque en deux branches égales dès la base

([1]) On trouve cependant parfois quelques stomates à la face supérieure des lanières et uniquement à la pointe. E. Mer explique ce fait par une influence héréditaire : « L'extrémité de ces feuilles se trouvant plus rapprochée de la surface de l'eau et pouvant même fréquemment en sortir, possède un caractère plus aérien que tout le reste de l'organe ». Cf. *Bulletin de la Soc. bot de France,* 1886, t. XXXIII, p. 125.

du limbe, formant ainsi les nervures des deux lobes du segment latéral.

Le mésophylle devient nettement bifacial (fig. 336), avec palissades simples, bien caractérisées et mésophylle spongieux à cellules ramifiées.

Épiderme bifacial, cellules presque polyédriques à la face interne (fig. 337), sinueuses à la face externe (fig. 338).

Stomates à la face interne seulement; leurs ostioles sont orientés suivant la direction des nervures principales.

Poils à la face externe, nombreux, allongés, cylindriques, effilés, à membrane épaisse, avec cellules circumpilaires disposées en rosace.

Remarque. — Costantin fait observer (**18**) que, dans une eau profonde, toutes les feuilles bractéales sont laciniées. D'autre part, si une bractée laciniée se développe accidentellement dans l'air, les dichotomies sont moins nombreuses, les lanières plus courtes; de plus, celles-ci s'aplatissent et leur section devient elliptique. En même temps, il se produit immédiatement une rangée de cellules palissadiques à la face interne et le reste du mésophylle forme un parenchyme spongieux. Des stomates apparaissent sur les deux faces.

M. Askenasy ([1]) signale à l'extrémité des feuilles submergées et laciniées des stomates moins grands que sur les feuilles aériennes, d'une existence éphémère et qui sont par conséquent à rechercher sur les feuilles jeunes. Ils existeraient aussi sur la face interne des cotylédons submergés.

R. divaricatus Schrk. — **R. fluitans** Lmk.

Ces deux espèces aquatiques présentent une remarquable analogie avec le *R. aquatilis*.

([1]) *Ueber den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen*, in Bot. Zeit., 1870.

Toutes trois sont caractérisées par :

1° Région florifère sympodique;

2° Gaine auriculée, pétiole cylindrique ou aplati, jamais canaliculé, limbe triacrone, à segments rachidés, découpés en lanières capillaires. Le segment médian est toujours moins développé et plus courtement rachidé que les segments latéraux;

3° Parcours et caractères histologiques comme au *R. aquatilis*.

Remarquons que chez *R. divaricatus*, du moins sur les individus que j'ai observés, existaient de nombreux poils raides, courts, cylindriques, aigus, à membrane épaisse, répandus sur la gaine, le pétiole, la moitié inférieure du limbe et le sommet des lanières.

Je n'ai pas trouvé de caractère morphologique autre que celui résultant de l'existence des poils, pouvant expliquer la « divarication » des découpures du limbe.

Chez *R. fluitans*, je n'ai observé que deux à quatre poils courts, raides, cylindriques, aigus, exclusivement localisés au sommet des lanières comme chez *R. aquatilis*. Ces poils finissent généralement par tomber quand la feuille est adulte.

D'autres Renoncules à feuilles triacrones seront étudiées dans le paragraphe suivant; elles présentent des affinités plus étroites avec les Renoncules à feuilles polacrones.

III. — LIMBE POLACRONE.

Type : **Ranunculus âcris** L.

La pousse florifère, en mai-juin, porte une quinzaine de feuilles végétatives, à divergence $^2/_5$, le plus grand nombre à insertion souterraine; quelques-unes à insertion aérienne; plus un certain nombre de bractées.

Pendant et après la floraison, sur la tige souterraine et sous les feuilles les plus inférieures, on observe des bourgeons de remplacement qui développent leur pérule et une rosette de feuilles végétatives; ils s'affranchissent de la tige mère en produisant des racines adventives. L'ensemble forme une souche.

L'hiver arrête la production des feuilles qui recommencera au printemps. Donc, deux foliaisons sur la même pousse interrompue par les froids, sans organes spéciaux pour l'hivernage.

FEUILLE VÉGÉTATIVE.

A. **Organogénie.** — Cinq mamelons primaires, en ordre basipète, se différenciant dans une feuille primordiale dont la gaine fendue a une insertion de 360°. Comme chez Aconit Napel.

B. **Feuille adulte.**

CARACTÈRES EXTÉRIEURS. — Gaine longuement ailée, légèrement auriculée; pétiole cylindrique, canaliculé ou non, parfois aplati; limbe polacrone à segments sessiles, parfois un peu concrescents à la base, paucilobés (fig. 340) ou multifides (fig. 341), à contour subpentagonal. Varie beaucoup quant à la villosité et aux découpures du limbe.

PARCOURS. — La feuille reçoit le plus souvent neuf faisceaux :

m' *m* L *i* M *i* L *m* *m'*.

Dans la gaine, ils sont rangés sur un seul arc vers la face externe, mais dans le pétiole, les marginaux extrêmes se placent, à la suite d'un pivotement, à la face interne.

Dans toute la longueur du pétiole, ils échangent entre eux de fines anastomoses obliques.

A la base du limbe (fig. 343), le M se trifurque, les L se bifurquent. Ceux-ci, renforcés, vont dans le segment latéral tandis que les faisceaux *m*, aussi renforcés, constituent les faisceaux principaux du segment marginal.

HISTOLOGIE :

a) *Pétiole*. Dans le faisceau M (fig. 344), les éléments de B_1 sont disséminés parmi les fibres primitives non différenciées, mais qui deviennent assez souvent collenchymateuses ; les plus larges vaisseaux du B_2 sont sur les côtés du faisceau; zone cambiale arquée; liber en un groupe arrondi ; un massif de fibres

sclérifiées extralibériennes. Autour du bois, une assise à plissements qui peut être remplacée par un arc sclérifié intraligneux.

Tf. avec cavité centrale.

Épiderme à cuticule épaisse et fortement striée. Stomates et poils.

b) *Limbe.* Mésophylle bifacial (fig. 345) : parenchyme palissadique unisérié à cellules cylindriques assez allongées, simples, serrées, mais séparées par d'étroits méats; parenchyme spongieux formé de cellules ramifiées.

Épiderme bifacial : cellules irrégulières ou polyédriques à la face interne, sinueuses à la face externe. Cuticule mince et lisse.

Stomates saillants, rares à la face interne. Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure.

Poils nombreux, persistants, allongés, cylindriques, effilés, à membrane épaisse, soulevés sur un piédestal par les cellules circumpilaires, surtout sur le pétiole.

FEUILLES BRACTÉALES.

Elles forment une série régressive qui se simplifie rapidement jusqu'à la petite bractée supérieure, longue de 1 à 2 millimètres et qui ne reçoit plus qu'un seul faisceau.

Elles n'offrent rien d'important à signaler.

FEUILLES PÉRULAIRES.

Ce sont des feuilles végétatives à gaine bien développée et dont le limbe est arrêté dans son développement dès les premiers stades.

La préfeuille possède trois mamelons et un pétiole à peine distinct (fig. 346). Elle est orientée comme les autres préfeuilles étudiées précédemment : la fente de la gaine est du côté opposé à la tige (fig. 347).

Les feuilles pérulaires, en nombre variable (3 à 6), forment une série progressive.

J'ai examiné les espèces suivantes :

R. aconitifolius L.; *R. arvensis* L.; *R. auricomus* L.; *R. bulbosus* L.; *R. hederaceus* L.; *R. lanuginosus* L.; *R. muricatus* L.; *R. nemorosus* DC.; *R. parviflorus* L.; *R. platanifolius* L.; *R. repens* L.; *R. sardous* Crantz; *R. sceleratus* L.; *R. tuberosus* Lapeyr.

Caractères extérieurs. — Toutes possèdent une gaine ailée (fig. 348 et 349), à insertion de 360°, presque toujours auriculée, à auricules plus ou moins développées.

Bien que je n'aie pas vu d'auricules chez *R. arvensis* (fig. 350), je crois néanmoins que l'on peut établir comme règle générale la présence d'auricules sur la gaine.

Le pétiole, souvent canaliculé, est aplati ou subcylindrique chez : *R. repens* (fig. 351); *R. sceleratus* (fig. 352); *R. sardous* (fig. 353); *R. muricatus* (fig. 354); *R. bulbosus* (fig. 355); *R. arvensis* (fig. 356); *R. parviflorus* (fig 357); *R. auricomus* (fig. 358); *R. nemorosus* (fig. 359); simplement subcylindrique chez : *R. aconitifolius* (fig. 360); *R. hederaceus* (fig. 361); parfaitement cylindrique au contraire chez : *R. lanuginosus* (fig. 362); *R. platanifolius* (fig. 363); *R. tuberosus* (fig. 364).

Le limbe est polacrone à 5-7 segments plus ou moins concrescents à la base chez : *R. platanifolius*, *R. lanuginosus* (fig 365), *R. aconitifolius*, *R. nemorosus* (fig. 366 et 367); il est triacrone à segments concrescents chez : *R. parviflorus*, *R. muricatus* (fig. 368), *R. auricomus* (fig. 369); triacrone à segments non concrescents, mais au contraire rachidés, les deux latéraux parfois sessiles et le médian toujours plus longuement rachidé que les autres : *R. bulbosus* (fig. 370), *R. sardous* (fig. 371 et 372), *R. repens* (fig. 373), *R. arvensis* (fig. 374).

Enfin, il peut y avoir des cas où le limbe soit tantôt triacrone, tantôt polacrone : *R. sceleratus*, *R. hederaceus* (fig. 375) avec des lobes superficiels ou profonds.

Le *R. tuberosus* peut avoir ses segments rachidés (fig. 376) ou sessiles (fig. 377).

Les découpures du limbe, lobes ou dents, sont en général

assez variables, même dans une espèce donnée (fig. 366 et 367, fig. 371 et 372).

PARCOURS. — Plusieurs espèces reçoivent trois faisceaux, beaucoup plus rarement cinq :

m L M L *m*.

D'autres de cinq à neuf, généralement sept :

m L *i* M *i* L *m*.

Ce sont *R. bulbosus, sardous, nemorosus.*

Il en est qui reçoivent de onze à quinze faisceaux : *R. tuberosus, lanuginosus, aconitifolius.*

Enfin, le nombre peut s'élever jusqu'à trente et au delà chez *R. platanifolius.*

Ces faisceaux parcourent la gaine ou tout au moins sa moitié inférieure, rangés sur un seul arc. Dans le haut de la gaine, les marginaux extrêmes tournent sur eux-mêmes et se placent, dans le pétiole, à la face interne. Beaucoup plus rarement, on voit des faisceaux se détacher des faisceaux L, M, L, subir une torsion de 180° et s'orienter inversement. C'est le cas pour *R. platanifolius* et pour quelques petits faisceaux chez *R. tuberosus, lanuginosus* et *aconitifolius,* toutes espèces qui ont une gaine longuement ailée et épaisse.

Les auricules ne sont pas vascularisées, sauf chez *R. platanifolius* et *sceleratus,* où quelques ramifications des marginaux vont se terminer en pointe libre près du bord des auricules. D'ailleurs la vascularisation des auricules tout aussi bien que leur plus ou moins grand développement dépend un peu de la vigueur des individus et par conséquent des conditions de milieu.

Dans le pétiole, il y a donc toujours des faisceaux à la face interne pour autant que l'importance et la grosseur de ce pétiole permettent un nombre de faisceaux suffisant.

A la base du limbe existe un nœud produit par la trifurcation du faisceau M et la bifurcation de L. La branche externe de ce dernier, renforcée de la branche latérale du M, se rend dans le segment L du limbe. Les marginaux et tous les faisceaux de la

face interne se séparent en deux groupes dans le plan médian de la feuille. Ils se rendent, quand il n'y a que trois segments au limbe, dans le bord inférieur du segment L : *R. auricomus*, *sardous*, etc. Plus rarement on voit le faisceau *m* se joindre au faisceau L : *R. repens*. Quand il y a cinq segments ou plus, une branche du *L* renforce le faisceau *m* pour constituer le faisceau principal du segment marginal.

Chez *R. platanifolius*, on voit apparaître vers le sommet du pétiole, dans le sein du *Tfi*, des cordons de cellules étroites et allongées, dont quelques-unes se différencient en trachées à spiricules très serrées. En même temps se produisent les faits généraux concernant la trifurcation et la bifurcation des faisceaux principaux (fig. 378). Tout à la base du limbe, ces trachées deviennent brusquement très nombreuses et prennent des directions transversales. Au même niveau, les faisceaux de la face interne s'infléchissent vers la face externe (fig. 379) en donnant lieu à une voûte anastomotique très complexe. Il y a donc retour des faisceaux internes vers les faisceaux externes, leur lieu d'origine.

Histologie :

a) *Pétiole.* La section transversale du faisceau M des Renoncules du groupe III (fig. 385 à 389) présente un facies typique et caractéristique, à part le *R. hederaceus* qui se rattache aux *R. aquatilis.*

Les éléments du B_2 sont toujours disposés de telle sorte que les plus larges soient sur les côtés du faisceau; la zone cambiale est arquée; le liber est arrondi; il existe un massif de fibres sclérifiées extralibériennes.

Les fibres primitives intra-ligneuses sont assez souvent collenchymateuses; elles sont entourées d'une assise à plissements qui n'est visible qu'autour du bois, mais qui est susceptible de sclérification plus ou moins parfaite, ainsi que les cellules contiguës, de telle sorte que le faisceau est, dans ces cas, entouré d'un étui sclérenchymateux. Diverses combinaisons peuvent donc ainsi se produire avec le sclérenchyme, le collen-

chyme et l'assise à plissements, sans qu'aucune de ces combinaisons soit cependant la caractéristique de l'espèce. Elles paraissent dépendre essentiellement des conditions de végétation. Toutefois, la sclérification est toujours plus intense dans l'arc libérien que dans l'arc ligneux.

Le *Tf.* interne, lacuneux chez *R. sceleratus*, présente toujours une cavité centrale qui disparaît dans le haut du pétiole.

Le tissu intrafasciculaire n'est sclérifié que chez *R. platanifolius.*

L'épiderme est généralement à cuticule lisse, mais elle peut être chagrinée (*R. tuberosus*) ou striée (*R. auricomus*).

b) *Gaine.* Il importe de remarquer qu'en règle générale, et tout au moins dans le bas de la gaine, chaque faisceau est entouré d'un étui sclérenchymateux complet, plus épais que dans le pétiole et qui existe même quand le sclérenchyme du pétiole est presque nul (*R. aconitifolius*).

c) *Limbe.* Mésophylle toujours bifacial. Le parenchyme palissadique, bisérié chez *R. sceleratus* et *hederaceus* (fig. 380), est unisérié dans les autres espèces. Les palissades sont toujours simples, parfois courtes et irrégulières (*R. platanifolius*), généralement courtes, oblongues ou elliptiques, laissant entre elles des méats plus ou moins larges. Le parenchyme spongieux est à grandes cellules ramifiées.

Il n'y a aucun caractère spécifique à tirer du mésophylle. Comparez la figure 381, *R. arvensis* provenant des moissons, avec la figure 382, la même espèce provenant d'un jardin [1].

Épiderme bifacial (*R. sceleratus*, fig. 383 et 384), à cellules irrégulières, même polyédriques à la face interne, très sinueuses à la face externe, sauf chez *R. hederaceus* où il est équifacial, à petites cellules sinueuses. Parfois subéquifacial (*R. sardous* et *bulbosus*). La cuticule est mince et lisse, ou chagrinée (*R. parvi-*

[1] Certaines palissades du *R. arvensis* présentent souvent une saillie qui proémine dans la chambre stomatique; deux saillies en face l'une de l'autre se juxtaposent bout à bout, formant ainsi un pont qui divise cette chambre en deux compartiments.

florus), ou striée à la face externe (*R. tuberosus*), ou enfin chagrinée à la face interne (*R. muricatus*), etc.

Les stomates sont plus ou moins saillants, sauf *R. tuberosus, auricomus, platanifolius, sceleratus.* Les cellules péristomatiques pénètrent sous les cellules de bordure, sauf chez *R. tuberosus.* Ils sont répandus sur les deux faces du limbe, mais généralement moins nombreux à la face interne; ils peuvent néanmoins y devenir aussi nombreux qu'à la face externe (*R. nemorosus, auricomus,* etc.), ou plus nombreux (*R. sceleratus,* fig. 383 et 384), et même devenir presque nuls à la face externe (*R. hederaceus*).

Poils unicellulaires, uniformes, cylindriques, effilés, rarement à membrane mince (poils rubanés de *R. sceleratus*), plus souvent à membrane épaisse. Ils sont presque toujours accompagnés de cellules circumpilaires régulièrement disposées en rosace, qui sont susceptibles de se soulever en piédestal, surtout dans le haut du pétiole et même sur le limbe. C'est chez *R. sardous* (fig. 390, 391, 392) que le soulèvement atteint la plus grande hauteur. Il y a absence de piédestal chez *R. bulbosus, arvensis, muricatus, aconitifolius, sceleratus.*

Je n'ai pas vu de poils chez *R. hederaceus.*

Il existe des spherocristaux chez *R. muricatus* (particulièrement dans le limbe), *R. sardous* (haut du pétiole), *R. aconitifolius* (épiderme externe du limbe), *R. platanifolius* (partout).

La plus ou moins grande quantité de ces cristaux est variable suivant les individus (*R. aconitifolius*).

NOTES CRITIQUES.

Note I. — La gaine.

Certains auteurs, tels que De Candolle (**2**), Germain de Saint-Pierre (**9**), Sachs (**11**), etc., désignent sous ce nom la région inférieure de la feuille « formant un cylindre creux » lorsque cette partie est élargie en une membrane qui embrasse complètement la tige.

Pour Van Tieghem (**31**), c'est la base dilatée de la feuille par où elle s'attache au pourtour du nœud, en enveloppant plus ou moins la tige à la façon d'un étui.

Nous avons réduit le plus possible la compréhension de ce terme et par suite augmenté son étendue. Quelles que soient sa forme et ses dimensions, la gaine est la région la plus inférieure de l'appendice foliaire. Dans les cas les plus simples, elle pourrait ne comprendre, à l'état adulte de la feuille, que la région d'insertion ou base d'attache.

Note II. — L'ochrea.

Ce terme, qui signifie *guètre*, a été introduit dans le langage botanique par Wildenow pour désigner plus particulièrement la gaine de la plupart des Polygonées. Van Tieghem (**31**) considère cette dernière comme formée par des stipules concrescentes, à la fois en dedans du pétiole en passant dans l'aisselle entre lui et la tige, et du côté diamétralement opposé à la feuille, de manière à former une gaine qui enveloppe la base de l'entrenœud supérieur. Colomb (**23**) déduit de l'examen du parcours des faisceaux que l'ochrea est un organe complexe formé de deux parties : l'une opposée à la feuille qui est la gaine de cette feuille, l'autre placée à l'aisselle de la feuille et détachée du

pétiole, c'est une ligule. Ce serait la même chose chez les Graminées, avec cette différence que, dans les Graminées, la gaine proprement dite est très développée et se prolonge peu au delà du point d'insertion du limbe, tandis que chez les Polygonées, la gaine proprement dite reste très courte et se prolonge beaucoup au-dessus du pétiole où, réunie à la ligule, elle forme l'ochrea.

Si nous rapprochons des renseignements fournis par Tréeul (**3**, pl. XXV, fig. 167, 168, 169) sur l'ochrea des Polygonées, les observations que nous avons faites sur la gaine du *Caltha* et celle du *Trollius*, nous pouvons conclure que la gaine vaginée de ces plantes, surtout celle du *Caltha*, est un véritable ochrea se formant d'une manière identique, sur la feuille primordiale, à celui des Polygonées; elle en diffère seulement par sa faible vascularisation, sa courte durée et sa destruction par les feuilles suivantes, destruction occasionnée par la faible hauteur des entrenœuds.

Des observations supplémentaires faites sur la feuille de *Potamogeton lucens* me permettent d'étendre les mêmes remarques à la gaine foliaire (ochrea fendu) de cette plante.

Note III. — La ligule.

Il est bien établi aujourd'hui [Colomb (**26**), Van Tieghem (**31**), etc.] que la ligule des Graminées n'est pas une ramification du limbe dans son plan, mais bien un prolongement de la gaine.

La feuille adulte du *Caltha* et celle du *Trollius* possèdent une ligule formée à la suite du déchirement de leur gaine vaginée, par le développement des feuilles puinées.

Note IV. — Auricules et stipules.

J'ai désigné sous le nom d'*auricules*, les dépendances latérales de la gaine adulte quelle que soit leur forme (*Adonis*, pp. 15

et 14). Ces auricules naissent sur la gaine primordiale à la façon d'un segment primaire de limbe.

Dans le genre *Adonis*, les auricules sont multifides (pl. I, fig. 1). Chez *A. volgensis* et *vernalis* (pp. 19 et 20, pl. I, fig. 11 et 19) où le pétiole est nul, elles deviennent des segments marginaux dans le limbe adulte.

Dans les autres genres, *Anemone*, *Isopyrum*, *Ranunculus*, etc., elles affectent généralement une forme plus ou moins arrondie, entière ou dentelée, qui leur a valu le nom d'*oreillettes* ou *auricules* : figures 55, 160, 575.

Partout, elles ont la même valeur organogénique.

Dans le genre *Thalictrum*, De Candolle, Lamarck, Lecoyer considèrent les expansions latérales du pétiole comme des oreillettes dépendant de la gaine, et le genre entier serait ainsi exstipulé. M. Mansion (**35**) a montré que les expansions pétiolaires du *Thalictrum flavum* dépendent de la gaine, mais il donne le nom de *stipules* à ce que nous avons appelé *auricules* ou mieux *gaine auriculée*.

Je crois, en effet, qu'il y a lieu d'établir une distinction entre les dépendances latérales de la gaine des Renonculacées et les organes spécialisés, bien individualisés, naissant indépendants de la feuille, à côté d'elle et souvent avant elle, et pour lesquels M. Colomb (**26**) réserve avec raison le nom de *stipules*. La stipule est ainsi définie par cet auteur : « tout appendice inséré sur la tige et dont le système vasculaire est exclusivement formé de dérivations empruntées aux faisceaux foliaires ». Ces dérivations sont très précoces et naissent avant que les faisceaux foliaires soient sortis de la tige.

Il n'en est pas de même des auricules, qui ne sont ordinairement pas vascularisées ou qui, quand elles le sont, sont parcourues par une ou plusieurs ramifications des marginaux extrêmes, ou, en leur absence, des latéraux, ramifications qui prennent naissance dans la gaine elle-même.

Il n'y a pas de stipules dans la famille des Renonculacées où leur existence n'est pas possible à cause de l'insertion foliaire

de 360°. Ce caractère rapproche les Renonculacées des Monocotylées, où l'existence de stipules a souvent été contestée (¹).

Note V. — Le limbe.

Beaucoup d'auteurs ont réservé le nom de limbe à la partie généralement plane et foliacée de la feuille.

Nous avons donné à ce terme la plus grande étendue possible, en désignant sous ce nom tout ce qui surmonte le pétiole dans une feuille complète, simple ou composée. C'est ainsi que je nomme limbe dans l'*Anemone nemorosa*, par exemple, l'ensemble des trois segments foliaires et de leurs rachis, dans les *Thalictrum*, l'ensemble de tous les rachis et des folioles souvent au nombre de plusieurs centaines.

Note VI. — Les rachis.

L'étude de l'organogénie et de la morphologie des feuilles d'*Adonis* (pp. 12, 13 et 19) nous a conduit à une nomenclature des rachis quelque peu différente de celle qui est généralement adoptée.

Les rachis sont, dans chaque segment du limbe, ce qu'est le pétiole dans la feuille entière. Un rachis primaire est le support d'un segment primaire et de toutes ses subdivisions; un rachis secondaire est le support d'un segment secondaire et de toutes ses subdivisions, et ainsi de suite.

Note VII. — La feuille simple et la feuille composée.

De nombreux auteurs, à la suite de De Candolle (2), admettent qu'une feuille est composée quand elle est formée de parties articulées les unes sur les autres et séparables, sans déchirement

(¹) D'après la description des « stipules » des Rosiers, donnée par M. Parmentier, ces dépendances latérales de la gaine sont donc, dans le genre *Rosa*, de parfaites auricules. (Cfr. P. Parmentier, *Recherches anatomiques et taxinomiques sur les Rosiers*, in Ann. de la Soc. sc. nat., 1897, 8e série, t. VI.)

à la fin de leur vie. Ces pièces foliaires se nomment folioles ou pinnules.

Vesque (**17**) notamment est de cet avis. Il déclare que toutes les Renonculacées ont des feuilles simples et adopte dans son Mémoire sur les Ranales le terme « peu correct de pétiolule », à défaut d'autre.

Avec Linné (**1**), Van Tieghem (**31**) et d'autres auteurs, j'ai admis comme feuille composée, toute feuille dont le limbe présente un ou plusieurs rachis distincts : *Adonis autumnalis*, *Anemone nemorosa*, *Aquilegia vulgaris*, etc.

Dès lors, la *foliole* est une des portions, généralement plane et étalée du limbe composé, avec le rachis ou l'article du rachis qui la supporte. Ce dernier peut être appelé *pétiolule*. Les folioles peuvent être sessiles. Ainsi dans une feuille d'*Aquilegia vulgaris*, page 46, comprenant neuf folioles, les pétiolules sont les six rachis secondaires et les articles supérieurs des trois rachis primaires L, M, L.

Note VIII. — Le faisceau médian supérieur.

Dans la coupe transversale du pétiole, Vesque (**17**) semble attacher beaucoup d'importance au faisceau médian supérieur, celui qui se trouve à la face interne, et que j'ai souvent désigné par O. Il signale sa présence chez *Hepatica triloba*, *Caltha palustris*, *Anemone pulsatilla*, *Clematis Vitalba*, etc.

A ce sujet, M. Petit (**25**) déclare « qu'à 2 millimètres de » l'initiale (coupe pratiquée à la base d'insertion) du pétiole de » *Clematis Vitalba*, on voit les deux faisceaux supérieurs (que » nous avons nommés marginaux) donner naissance à deux » autres faisceaux qui se rapprochent l'un de l'autre et sont com- » plètement soudés vers $3^{mm}5$. A partir de là, il n'y a plus de » changement dans la disposition des faisceaux. Parmi les Renon- » culacées, je n'ai trouvé, ajoute cet auteur, une semblable for- » mation d'un faisceau médian supérieur que dans le *Delphinium* » *Staphysagria*; on la rencontre, au contraire, chez toutes les » Géraniacées et les Malvacées. »

Je puis dans tous les cas affirmer, bien que M. Petit n'ait vu le faisceau médian supérieur, ou interne, que dans deux cas déterminés, que ce faisceau est assez fréquent dans la famille des Renonculacées. On le rencontre çà et là, sporadiquement, dans les genres qui présentent un arc interne de faisceaux pétiolaires.

Il n'a pas la même origine que le faisceau M (voir p. 28). Il apparaît, en effet, dans la gaine ou à la base du pétiole provenant des marginaux ou des divers faisceaux de l'arc externe.

Il est loin d'avoir la même importance que le faisceau M. Nous le voyons, en effet, dans la grande majorité des cas, disparaître au sommet du pétiole et s'y comporter exactement comme un marginal : *Hepatica triloba*, page 45.

Il n'a pas la constance du faisceau M. Ce dernier ne manque jamais. Le médian supérieur peut exister à certain niveau et disparaître à un niveau plus élevé, et même réapparaître ensuite. Ainsi dans un pétiole d'*Anemone nemorosa*, j'ai pu le suivre jusque vers le tiers inférieur, où il s'est divisé pour ne plus se reformer. Dans un autre pétiole de la même espèce, il a apparu au-dessus de la gaine et s'est maintenu jusqu'au sommet du pétiole. Enfin, certains matériaux n'avaient jamais de médian supérieur à aucun niveau. Le médian supérieur n'a donc jamais qu'une importance de second ordre et, à la rigueur, ne mérite aucune appellation spéciale. On peut donc établir que les faisceaux de l'arc interne, quelle que soit leur origine, ne sont que des marginaux et se comportent comme tels. Les *Actaea*, planche V, figure 130, et les *Thalictrum*, planche VI, figure 144, montrent bien un groupe de faisceaux opposés au médian qui accompagnent ce dernier dans le rachis M, mais ce n'est qu'après avoir contribué, avec les marginaux, à la formation de la voûte anastomotique de la base du limbe. Le *Ranunculus platanifolius* possède aussi, dans l'arc interne, un groupe nombreux de faisceaux qui se comportent visiblement d'une façon spéciale. (Voir p. 112.)

Note IX. — Mode de végétation comparé de quelques espèces.

Ceci pourrait sembler un hors-d'œuvre dans un travail traitant de l'anatomie des feuilles. J'ai été amené à m'occuper de cette question en recherchant des matériaux pour l'étude, à tous les âges, de toutes les feuilles d'une espèce déterminée. Il y a là une mine précieuse de renseignements des plus intéressants, au point de vue de l'histoire des plantes. Je crois même qu'il ne serait pas sans profit de créer une sorte d'Éthologie végétale à l'instar de ce qui existe en zoologie.

Voici quelques observations générales complémentaires qui pourraient être utilisées dans ce but.

Plantes cespiteuses. — Les souches sont formées par les parties persistantes des tiges des années antérieures. La persistance pouvant être de plusieurs années, il peut exister des sortes de rhizomes courts et obliques, greffés l'un sur l'autre en sympode : *Actaea* (pl. V, fig. 125). Si la persistance est de peu de durée, le rhizome est alors court et il développe un grand nombre de racines adventives qui lui permettent de s'affranchir de bonne heure de la tige mère : *Caltha* (pl. VIII, fig. 214).

La pousse florifère traverse une période de repos qui est généralement l'hiver, sous la protection d'un abri formé par :

1° des feuilles pérulaires, qui sont les premières feuilles de la pousse. Le bourgeon est souterrain. Il n'y a qu'une foliaison printanière qui précède la floraison : *Actaea spicata, Paeonia officinalis, Cimicifuga fœtida, Aconitum Napellus*;

2° les gaines des feuilles végétatives de la région moyenne de la pousse. Le bourgeon est souterrain. Il y a deux foliaisons sur la même pousse : l'une, printanière, qui précède la floraison; l'autre, estivale, qui se fait pendant et après la floraison : *Aquilegia vulgaris, Ranunculus acris* (p. 107);

3° les gaines des feuilles végétatives supérieures. Le bourgest souterrain. Il n'y a sur la même pousse qu'une seule foliaison qui s'est produite l'année antérieure à la floraison : *Caltha palustris* (p. 72);

4° des feuilles différenciées spécialement en vue de l'hivernage et apparaissant au-dessus des feuilles végétatives supérieures. Le bourgeon est en partie souterrain, partie aérien. Une seule foliaison comme au *Caltha : Trollius europaeus* (p. 60) ;

5° des bractées. Le bourgeon est entièrement aérien : *Helleborus fœtidus* (p. 79).

Plantes rhizomateuses. — Moins nombreuses dans les Renonculacées. L'*Helleborus colchicus* a un rhizome sympodique quand il devient florifère : le mode de végétation rappelle beaucoup celui de l'*Anemone nemorosa* [1]. Voir page 26.

Remarque. — Dans l'*Helleborus fœtidus* et le *Trollius europaeus* il a été signalé l'existence de deux pérules, l'une foliaire, inférieure, l'autre florale, supérieure.

Chez *Trollius*, la pérule florale est constituée par des feuilles différenciées. Chez *Helleborus*, ce sont les bractées inférieures qui protègent les fleurs pendant l'été et l'automne.

En réalité, toutes les pousses florifères ont une pérule florale formée par l'ensemble des bractées, et si le fait est plus tangible chez l'Hellébore, cela tient à ce que chez cette plante il existe un état de repos relatif ou de ralentissement dans la végétation qui précède l'épanouissement des fleurs.

[1] Rappelons ici que les *Ranunculus aquatilis, divaricatus, fluitans, hederaceus,* etc., sont toujours sympodiques dans leur région florifère.

SECONDE PARTIE.

PLAN DE LA SECONDE PARTIE.

I. — Synthèse des observations faites dans la famille des Renonculacées.

A. Étude de la feuille dans le temps;

B. Étude de la feuille dans l'espace :

1° Étude à tous les niveaux de ce membre :

a) Parcours des faisceaux;

b) Histologie.

2° Étude comparative des feuilles insérées à diverses hauteurs le long d'une même tige.

3° Influence du milieu.

II. — Anatomie systématique des Renonculacées dans l'état actuel de nos connaissances.

Liste alphabétique des espèces citées.

Renseignements historiques et bibliographiques.

I. — SYNTHÈSE DES OBSERVATIONS FAITES DANS LA FAMILLE DES RENONCULACÉES.

Contribution à la théorie de la feuille.

Au point de vue morphologique, on doit donner le nom de feuille à tout membre appendiculaire de la tige caractérisé par une croissance limitée et par l'existence d'un seul plan de symétrie. Toute feuille possède une base d'insertion plus ou moins large, un sommet organique plus ou moins atténué, une face interne (ou ventrale tournée primitivement vers la tige et ordinairement supérieure après étalement), une face externe (dorsale ou inférieure), enfin deux moitiés, une à droite, l'autre à gauche.

Une feuille complète se compose de trois régions presque toujours superposées : la gaine, le pétiole, le limbe.

Gaine. La gaine est la région basilaire de la feuille. Elle rattache les autres régions à la tige. Sa forme extérieure, tout aussi bien que sa structure interne, est susceptible de variations suivant le niveau.

Il y a lieu de distinguer la gaine dans le bourgeon et la gaine dans la feuille adulte.

La gaine se différencie de bonne heure dans la feuille primordiale et se développe rapidement. Elle peut atteindre son état adulte dans le bourgeon et y manifester sa pleine vitalité dans toutes ses parties. Dans ce cas, elle revêt sa forme parfaite avant l'épanouissement du limbe et exerce un rôle de protection envers les feuilles plus jeunes situées en dedans.

Quand la feuille est adulte, la forme de la gaine est susceptible de modifications, car sa région antérieure seule partage la destinée du pétiole. La vie se retire des régions latérales et postérieures devenues inutiles. Aussi la forme de la gaine de la

feuille adulte peut-elle être très différente de la forme de la gaine dans le bourgeon (*Caltha*).

Un temps plus ou moins long peut s'écouler entre l'état adulte de la gaine et celui du limbe qu'elle supporte. Ainsi certaines feuilles de *Caltha* ont leur gaine adulte en été et leur limbe n'atteint cet état qu'au printemps suivant.

La gaine adulte de la feuille végétative peut être :

a) *Simple* ou *non ailée*; c'est tout bonnement un élargissement court et subtriangulaire de la base de la feuille : *Garidella Nigellastrum*, planche II, figure 21. Il n'y a pas, dans ce cas, de régions latérales où la vitalité soit moins active. Toutes les régions de la gaine ont les mêmes fonctions que le pétiole ;

b) *Ailée;* elle est plus ou moins allongée, élargie, aplatie sur ses bords où elle est submembraneuse : *Ranunculus arvensis*, planche XIII, figure 350. La vitalité est généralement nulle dans les régions latérales qui deviennent « scarieuses » dans la feuille adulte. La région antérieure seule partage les fonctions du pétiole ;

c) *Auriculée;* elle est courte, et les régions latérales, naissant sur la gaine primordiale comme un segment primaire de limbe, ont une forme variable. Tantôt étalées, arrondies, membraneuses (*Anemone nemorosa*, planche III, figure 55); tantôt multifides (*Adonis autumnalis*, planche I, figure 1). Quand elles sont vascularisées, elles conservent plus longtemps leur vitalité dans la feuille adulte ;

d) *Auriculo-ailée;* elle est plus ou moins allongée avec deux auricules variablement développées dans le haut des régions latérales : *Ranunculus repens*, planche XIII, figures 348 et 349 ;

e) *Vaginée*, en forme de doigt de gant de longueur variable avec une ouverture apicale. Il y a toujours deux régions, l'une dans le prolongement du pétiole, l'autre parallèle au pétiole sur une certaine hauteur, *Caltha palustris*, planche VIII, figure 217, *Trollius europaeus*, planche VII, figures 169 et 170. Dans la famille des Renonculacées, la gaine vaginée n'est pas reconnaissable dans la feuille adulte.

Pétiole. Nous n'avons pas encore une bonne définition du pétiole, disait Vesque au Congrès de Paris en 1889.

Dans la pratique, on désigne sous ce nom une portion plus ou moins rétrécie dans laquelle se produit un accroissement intercalaire assez tardif.

On peut établir qu'en règle générale, la forme extérieure du pétiole est constante à tous les niveaux; il en est de même de sa structure interne, si l'on ne tient pas compte de la région de transition inférieure qui le rattache à la gaine et de la région de transition supérieure qui prépare le limbe.

Cette forme extérieure est ordinairement celle d'un demi-cylindre plus ou moins creusé en gouttière, à la face interne. Ce peut être aussi un cylindre presque régulier : dans ce cas les segments du limbe ont une tendance marquée à se disposer en rayonnant autour de l'axe du pétiole : *Aquilegia vulgaris*, *Delphinium nudicaule*, *Eranthis hyemalis*, *Trollius europaeus*. D'autres fois les segments du limbe conservent cependant leur position étalée ordinaire : *Paeonia Moutan*, *Helleborus niger*.

Limbe. Généralement aplati en lame, il offre de nombreuses variations dans sa forme et particulièrement dans les découpures du contour extérieur.

Tout limbe qui présente un ou plusieurs rachis est dit *composé* (avec folioles et pétiolules); dans les cas contraires, il est *simple* ([1]).

On distingue le limbe :

a) *Monacrone*, simple ou composé.

Le limbe monacrone est caractérisé par un seul sommet primaire apparu sur la gaine de la feuille primordiale et par la convergence des faisceaux principaux vers ce sommet.

Le limbe monacrone, qui ne se compose que d'un seul segment, est simple : *Ranunculus Lingua*, planche XI, figure 314. S'il porte des segments secondaires rachidés, il est composé : *Garidella Nigellastrum*, planche II, figure 21.

([1]) Voir la note VII, pp. 118 et 119.

b) *Triacrone*, simple ou composé.

Le limbe triacrone est caractérisé par trois segments apparus en ordre basipète sur la gaine de la feuille primordiale et par la divergence des faisceaux principaux L, M, L. Il est simple : *Hepatica triloba*, ou composé : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 56.

Dans ce dernier cas, chacun des trois segments primaires L, M, L peut présenter des segments secondaires formés en ordre acropète dans les segments primaires : *Aquilegia vulgaris*, planche V, figure 113. De même, les segments secondaires peuvent à leur tour être constitués par des segments tertiaires, etc. *Actaea spicata*, page 50.

c) *Polacrone*, simple ou composé.

Le limbe polacrone est caractérisé par plusieurs segments (5, 7,...) apparus en ordre basipète sur la gaine de la feuille primordiale et par la divergence des faisceaux principaux :

$$m \quad L \quad M \quad L \quad m$$

ou bien

$$m' \quad m \quad L \quad M \quad L \quad m'.$$

Il est ordinairement simple : *Trollius europaeus*, planche VII, figure 172.

Il est composé chez *Adonis vernalis* et *volgensis*, planche I, figures 11 et 19.

Du limbe triacrone simple, à segments concrescents à la base, on passe facilement au limbe polacrone à cinq segments :

$$m \quad L \quad M \quad L \quad m.$$

On remarquera que, dans les Renonculacées, les segments foliaires primaires se développent toujours en direction basipète.

Je suis porté à admettre, avec M. le professeur A. Gravis (1), que ce fait est le résultat de causes mécaniques.

(1) *Recherches anatomiques et physiologiques sur le* Tradescantia virginica, pp. 164 à 166.

A. ÉTUDE DE LA FEUILLE DANS LE TEMPS.

Organogénie.

Dans la famille des Renonculacées, la feuille végétative la plus complète débute toujours par une feuille primordiale possédant une insertion de 360° ([1]). Cette feuille primordiale a la forme d'un manchon très court entourant le sommet végétatif de la tige. Il est généralement fendu suivant la génératrice postérieure, dans le plan médian de la feuille, mais il peut être aussi parfaitement complet : *Caltha*, *Trollius*, *Thalictrum*, etc.

Dans cette feuille primordiale se différencient un ou plusieurs points végétatifs primaires, insérés sur la gaine et qui se développent, indépendants les uns des autres, en autant de mamelons primaires représentant le premier stade du jeune limbe. On aura donc :

limbe monacrone	M
limbe triacrone	L M L
limbe polacrone	*m* L M L *m*
	m′ m L M L *m m′*
	m L *i* M *i* L *m*, etc.

Tous ces points végétatifs peuvent être confondus en une zone végétative plus ou moins étendue : *Caltha*.

Les mamelons deviennent en se développant des segments primaires.

Tandis que les points végétatifs primaires apparaissent en ordre basipète sur la gaine de la feuille primordiale, les points végétatifs secondaires naissent ordinairement en ordre acropète sur les mamelons primaires.

Il peut se former des points végétatifs de troisième ordre, de quatrième ordre, etc.

([1]) Il peut ne pas en être de même chez certaines espèces annuelles hétérophylles, quand la feuille la plus complète ne se trouve pas dans la région la plus inférieure de la tige.

Souvent d'autres points végétatifs prennent naissance dans les régions latérales de la gaine primordiale (*Anemone nemorosa*, p. 27, fig. 51 et 52); ils ne contribuent pas — sauf chez certains *Adonis*, pages 19 et suivantes — à l'édification du limbe, mais restent des dépendances latérales de la gaine sous le nom d'*auricules*. Il est à remarquer que les sommets végétatifs qui donnent naissance aux auricules sont ceux qui naissent les derniers, mais ce sont ceux qui atteignent leur état adulte les premiers, parce qu'ils fonctionnent les premiers (*Anemone nemorosa*, p. 27, pl. III, fig. 50 à 54). Cette remarque est peut-être une dérogation à une conclusion formulée par M. Massart (**34**, p. 236).

La croissance intercalaire qui doit soulever le limbe et former le pétiole se manifeste avant celle qui doit donner lieu aux divers rachis dans le cas d'un limbe composé.

Les rachis de même ordre apparaissent simultanément ou successivement.

Les rachis secondaires apparaissent après les rachis primaires.

Les divers articles d'un même rachis apparaissent et se développent en ordre acropète comme les segments que porte ce rachis.

B. ÉTUDE DE LA FEUILLE DANS L'ESPACE.

1° Étude à tous les niveaux de ce membre.

a) Parcours des faisceaux.

Nombre. Le nombre des faisceaux reçus par la feuille est éminemment variable dans les Renonculacées (3 à 40), variable d'un genre à l'autre, variable dans les espèces de certains genres, mais paraissant assez constant chez d'autres. Il peut même varier suivant les individus et aussi sur un même pied pour des feuilles absolument identiques et comparables : pousse homophylle d'*Aquilegia vulgaris*.

Ce nombre n'est pas toujours corrélatif aux dimensions de la feuille : *Clematis heracleaefolia* qui, malgré ses grandes dimensions, reçoit de la tige seulement trois faisceaux.

Direction. Ce qui caractérise la marche générale des faisceaux dans la gaine, c'est leur convergence vers le plan de symétrie de la feuille pendant que le faisceau médian, le plus important par sa grosseur et sa longueur, reste toujours dans ce plan.

Dans le pétiole, tous les faisceaux principaux restent toujours parallèles entre eux et au plan de symétrie. Les anastomoses obliques échangées entre ces faisceaux ne modifient généralement pas le facies de la coupe typique du pétiole. Ce ne sont d'ailleurs que de petits faisceaux qui relient entre eux les faisceaux principaux; ils forment un reticulum comparable à celui qui existe entre les nervures d'un limbe.

Dans le limbe, il y a convergence des faisceaux principaux vers le sommet de la feuille si le limbe est monacrone et divergence quand le limbe est tri- ou polacrone.

Disposition. Dans la gaine et dans le pétiole, les faisceaux peuvent se disposer suivant deux modes fondamentaux.

Premièrement, sur un seul arc à convexité externe, orientés normalement, bois en dedans, liber en dehors. Cette disposition ne se rencontre que dans les feuilles à limbe monacrone, ainsi que chez les Hellébores et les Pivoines. Il peut en être de même, par suite du nanisme, chez certaines espèces à limbe triacrone ou polacrone, *Isopyrum*.

Secondement, sur deux arcs, l'un externe, l'autre interne, ce dernier inversement orienté. L'arc interne peut être formé soit par des faisceaux marginaux qui se sont rapprochés du plan médian (*Anemone nemorosa*, p. 28), soit par des faisceaux spéciaux qui se sont détachés des faisceaux de l'arc externe (*Caltha palustris*, p. 74); soit enfin et plus souvent par ces deux procédés à la fois.

Plus rarement il y a des faisceaux disséminés dans le *Tf.* du pétiole, les principaux vers le centre : *Anemone Japonica*,

planche IV, figure 92; *Caltha palustris*, planche VIII, figure 225, ou sur les arcs de la périphérie : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 59.

Enfin, on peut rencontrer un cercle presque régulier de faisceaux dans le pétiole de l'*Aquilegia vulgaris*, du *Delphinium nudicaule*, du *Trollius europaeus*, de l'*Eranthis hyemalis*, etc., du *Paeonia Moutan*, de l'*Helleborus niger*.

Chez ces deux dernières espèces, ce sont les deux branches d'un arc en fer à cheval dont les extrémités quelquefois écartées sont plus souvent rapprochées.

Nomenclature. Après le faisceau médian M, les faisceaux les plus importants par leur grosseur et leur longueur sont les faisceaux latéraux, faisceaux L.

Entre le médian et le latéral, dans l'arc externe, sont les intermédiaires de divers ordres : *i*, *i'*, *i''*, *i'''*...

En dehors des latéraux, dans l'un des deux arcs ou dans tous les deux, sont les marginaux de divers ordres: *m*, *m'*, *m''*, *m'''*... Quand les faisceaux sont nombreux, il n'est pas toujours aisé de reconnaître le latéral, dans le pétiole et dans la gaine. Dans ces cas, la comparaison avec les espèces voisines est d'un grand secours. On peut aussi rechercher les faisceaux L dans le limbe et les suivre dans leur marche descendante.

Le faisceau médian est le seul qui ne se divise jamais, dans son trajet jusqu'à la base du limbe. Il peut bien envoyer des ramifications de chaque côté du plan médian, mais ces ramifications sont de peu d'importance, et elles ne modifient pas sensiblement la grosseur du faisceau M.

Les faisceaux latéraux ne se divisent que quand les intermédiaires et les marginaux qui les avoisinent sont assez nombreux et d'égale importance (*Thalictrum*).

Nervation. Le parcours dans le limbe constitue la nervation. Assez souvent, on retrouve à la base du limbe les faisceaux que l'on a observés à la base de la gaine. En outre, des modifica-

tions importantes, préparatoires à la dispersion des faisceaux dans le limbe, se produisent généralement à ce niveau.

Quand le limbe est monacrone, les faisceaux passent simplement et sans division aucune si le limbe est simple, et avec division ou ramification des latéraux ou des marginaux pour fournir des faisceaux aux segments secondaires s'il est composé. Dans ces cas, il y a convergence des faisceaux principaux vers le sommet du limbe.

Quand le limbe est triacrone ou polacrone, il y a toujours divergence des faisceaux principaux précédée de la trifurcation du faisceau M et souvent de la bifurcation des L. Le M se rend comme faisceau principal dans le segment médian. Il en est de même des L et, s'il y a lieu, des faisceaux *m*, *m'*... dans leurs segments respectifs. Dans les cas les moins compliqués, les faisceaux de l'arc interne se partagent en deux groupes suivant le plan médian pour se rendre dans les segments qui leur sont assignés de chaque côté de ce plan. C'est ce qui arrive généralement quand le limbe est simple. S'il est composé, il y formation au sommet du pétiole, d'une voûte anastomotique d'autant plus complexe que le limbe est plus composé, *Thalictrum*, *Actaea*, *Cimicifuga*. Cette voûte est spécialement constituée par des arcs transversaux échangés entre les marginaux de l'arc interne et les intermédiaires de l'arc externe. Enfin, si le limbe est entier, sans segments distincts, le faisceau L peut se ramifier à l'infini en éventail (*Caltha*, pl. VIII, fig. 225). Mais dès que les segments du limbe, bien que concrescents à la base, deviennent distincts, les faisceaux L et, s'il y a lieu, les faisceaux *m* se continuent visiblement jusqu'au bord du limbe : *Oxygraphis*, *Ranunculus hederaceus*.

Le parcours dans les rachis est caractérisé, comme dans le pétiole, par le parallélisme des faisceaux principaux. Deux articles, ou entrenœuds consécutifs d'un même rachis, ne diffèrent entre eux que par le nombre des faisceaux. La réduction du nombre a lieu à chaque nœud seulement.

b) HISTOLOGIE.

Système des faisceaux. Afin de rendre plus rigoureuse la comparaison des faisceaux au point de vue histologique, j'ai toujours considéré le faisceau M au milieu du pétiole. La forme du massif ligneux, sur la coupe transversale, a été signalée depuis quelque temps déjà. C'est une sorte d'arc, de croissant ou de V qui embrasse le liber entre ses branches. Une exception doit être faite pour les Pivoines et les Hellébores qui ont une zone cambiale en ligne droite ou même en ligne courbe avec convexité externe. Dans certains cas, la forme du bois et celle de la zone cambiale sont susceptibles de variation suivant le niveau : *Trollius europaeus,* planche VII, figure 174, 176 et 180, *Aconitum Napellus,* planche VIII, figure 201, etc.

Le liber forme un massif arrondi ou elliptique. Rappelons les particularités cytologiques signalées chez *Trollius europaeus,* page 62, et *Aconitum sp.*, page 67.

Le sclérenchyme [1] est généralement représenté par un arc extralibérien de fibres sclérifiées, plus rarement il existe en même temps un arc intraligneux.

Fréquemment, dans la gaine, il y a un étui sclérenchymateux complet autour de chaque faisceau; cet étui persiste chez certaines espèces dans le pétiole; il peut même exister dans la gaine alors qu'il n'y a pas de sclérenchyme dans le pétiole. Ordinairement, l'arc extralibérien est contigu au liber, mais dans certains

[1] La sclérification se produisant à un âge déjà avancé de la feuille, à un moment où il n'est plus possible de distinguer les fibres primitives ou cellules procambiales du tissu fondamental environnant, il est dès lors difficile de distinguer nettement, dans la feuille adulte, les éléments du faisceau primitif de ceux du *Tf.* J'ai pu d'ailleurs constater que la sclérification peut indifféremment envahir les cellules du faisceau et celles du *Tf.*, ainsi que l'assise à plissements, quand elle existe, et les assises qui lui sont contiguës en dedans et en dehors (nombreuses Renoncules). Si donc, dans la feuille adulte, je rattache les éléments sclérifiés et l'assise à plissements au système des faisceaux, il est bien entendu que, dans l'ensemble ainsi compris, il peut exister des éléments différenciés provenant du *Tf.* primitif.

cas il peut en être séparé par un groupe de cellules : *Garidella nigellastrum*, planche II, figure 23.

Dans les feuilles composées, le sclérenchyme du faisceau disparait aux nœuds des rachis pour réapparaitre dans l'entre-nœud supérieur. Très rarement il persiste dans les nœuds : *Anemone Pulsatilla.*

L'assise à plissements peut exister dans des cas peu nombreux autour des faisceaux. Elle n'est d'ailleurs pas toujours bien évidente à tous les niveaux. Ce n'est donc qu'un caractère d'ordre tout à fait secondaire.

Système du tissu fondamental. Au milieu du pétiole, le *Tf.* interne est un parenchyme méatique, parfois lacuneux, à parois minces, plus rarement à parois épaissies et ponctuées : *Paeonia officinalis,* etc.

Il est généralement traversé par une cavité centrale schizolysigène. A part quelques exceptions, cette cavité ne se forme pas au sommet du pétiole. On l'observe souvent dès la base de la gaine, mais lorsque le pétiole contient un arc interne de faisceaux détachés de l'arc externe (certains *Thalictrum*), la cavité centrale du pétiole n'existe qu'au-dessus du niveau où l'arc interne a pris naissance.

Le *Tf.* interfasciculaire ne présente aucun caractère spécial, sauf quand il se sclérifie. Dans ce cas, il y a des ponts sclérenchymateux reliant les arcs extralibériens pour former un étui complet vers la périphérie du pétiole : *Thalictrum sp.*, *Clematis sp.*, *Aconitum sp.*, etc.

Les éléments sclérifiés des ponts interfasciculaires sont des cellules non pointues à leurs extrémités et différant par là des fibres allongées et pointues extralibériennes.

Le *Tf.* externe peut être partiellement collenchymateux. C'est le cas de l'hypoderme du pétiole, tout au moins vers la face externe. Quand il y a des arêtes au pétiole, on y observe souvent de petits cordons de cellules de collenchyme : Garidelle. D'autres fois, il y a quelques assises de cellules collenchymateuses sous-épidermiques sur toute la périphérie du pétiole : *Paeonia officinalis, Paeonia Moutan*, etc.

Dans le limbe, — dans les folioles, s'il s'agit d'un limbe composé — le *Tf.* porte le nom de mésophylle. Rarement homogène (*Ranunculus aquatilis, Myosurus minimus*), il est dans la plupart des cas hétérogène et bifacial. Le *Tf.* interne est presque toujours palissadique unisérié, quelquefois bisérié : *Aquilegia*, figure 119. Il est constitué par des cellules qui peuvent être courtes, isodiamétriques ou irrégulières, ne formant pas de véritables palissades : *Actaea spicata*, figure 132, *Hepatica triloba*, figure 108, *Paeonia*, figure 289, etc., ou par des cellules allongées elliptiques, oblongues, simples ou rameuses (*Armpalissadenzellen*), tantôt très serrées mais séparées quand même par d'étroits méats : *Adonis vernalis, Helleborus colchicus, Thalictrum sp.*, tantôt plus lâches : *Ranunculus Lingua*, figure 317.

Le *Tf.* externe est un parenchyme spongieux caractérisé par des cellules ramifiées, même étoilées, adjacentes les unes aux autres par les extrémités de leurs bras. Elles laissent entre elles des lacunes et leurs plus grandes dimensions sont parallèles à la surface de la feuille. Plus rarement ces cellules sont petites, irrégulières, très serrées et forment un tissu assez compact : les *Thalictrum*, planche VI, figures 149 et 150.

Système de l'épiderme. Sur le pétiole, comme aussi sur la gaine, les rachis et les nervures principales du limbe, l'épiderme se compose de cellules tabulaires, de forme quadrangulaire, pentagonale ou hexagonale sur la face externe et presque toujours fortement étirées longitudinalement. Elles ne sont pas étirées dans les régions de moindre croissance, telles que le sommet du pétiole.

La cloison intérieure de ces cellules est souvent collenchymateuse. Les cloisons latérales, ordinairement minces, sont cependant parfois épaissies et ponctuées : *Helleborus sp.*, *Paeonia sp.* La cloison extérieure, toujours cutinisée, plus ou moins épaisse, est assez souvent marquée de stries longitudinales : *Adonis*, *Helleborus*, *Trollius*, etc., plus rarement de granulations : *Nigella sp.*, *Paeonia officinalis*, etc.

L'épiderme du pétiole porte toujours des stomates sauf, dans

les espèces submergées, et très souvent des poils ou tout au moins des traces de poils quand ceux-ci sont caducs.

Dans l'intervalle entre les nervures, les cellules épidermiques vues de face montrent des cloisons minces et sinueuses. Ces sinuosités sont parfois très peu marquées ou nulles (lanières des *Batrachium*, les folioles de certains *Thalictrum*, à la face interne du limbe des *Aquilegia*, *Isopyrum*, *Helleborus niger*, *Paeonia Moutan*, etc.).

Plus souvent bifacial, par le fait que les sinuosités sont plus accentuées à la face externe, l'épiderme peut être aussi équifacial : *Caltha*, *Ficaria*, *Garidella*, *Myosurus*, *Ranunculus lingua*, etc.

Les cloisons latérales des cellules épidermiques sont quelquefois épaisses et ponctuées : *Clematis heracleaefolia*, face interne, beaucoup d'Hellébores.

Quant à la cloison extérieure, elle est rarement bombée, comme Vesque l'a signalé chez *Aquilegia vulgaris*, comme aussi chez *Helleborus niger*, planche X, figure 274, et çà et là sur le pétiole des Nigelles, planche II, figure 28. Chez les Nigelles, l'*Adonis volgensis*, le même fait se manifeste sur les cellules marginales des folioles.

La cutinisation est souvent plus faible à la face externe du limbe. En général, elle est faible, toujours plus faible que sur le pétiole, les rachis et les nervures, mais elle peut être suffisante pour permettre une striation de la cuticule : *Actaea spicata*, page 52, *Trollius europaeus*, page 64. Dans les Hellébores, la cuticule est très épaisse et fortement striée. Au lieu de stries, la cuticule peut être marquée de fines granulations : Garidelle, Nigelles, Pivoines, etc., qui sont de nature cireuse chez *Aquilegia* et *Ranunculus Lingua*.

Les stomates réalisent toujours la forme que Vesque a désignée sous le nom de « forme renonculacée ». Sa caractéristique est l'absence de cellules annexes, et le cloisonnement en U dans une cellule mère.

Quand l'épiderme est équifacial, le nombre des stomates est à peu près aussi considérable à la face interne qu'à la face externe.

S'il est bifacial, il peut exister des stomates à la face interne, mais toujours en nombre moindre : beaucoup de Renoncules, *Hepatica triloba, Isopyrum fumarioides, Anemone japonica,* etc. Mais, en règle générale, les stomates n'existent qu'à la face externe.

Sur le pétiole ils ne manquent jamais, sauf chez les espèces submergées. Voir pages 105 et 106.

Les poils, dans la famille des Renonculacées, sont unicellulaires, rarement (*Thalictrum sp.*) pluricellulaires par prolifération, mais alors unisériés.

Les cellules épidermiques circumpilaires peuvent affecter une disposition en rosace, plus ou moins régulière, autour de la base du poil. Elles peuvent même se soulever au-dessus de la surface de l'épiderme, soulever avec elles le poil et lui constituer ainsi une sorte de socle ou piédestal plus ou moins élevé. Assez souvent ce soulèvement se produit au sommet du pétiole sans exister ailleurs : *Anemone sp.*, voir page 41.

Certains poils atteignent leur état adulte dans le bourgeon; sur la feuille adulte, ils ont disparu ou sont flétris.

Dans des cas très peu nombreux, je n'ai pas vu de poils à aucun stade du développement de la feuille : *Myosurus minimus, Ranunculus hederaceus, Ficaria ranunculoides, Oxygraphis cymbalariae,* et quelques autres. Je ne puis affirmer pour cela que ces espèces en soient complètement dépourvues, car j'ai pu constater dans d'autres espèces (certains *Thalictrum,* notamment) l'extrême rareté des poils sur divers matériaux alors que d'autres en étaient abondamment chargés. Le pilosisme est, comme on sait, soumis à l'influence du milieu.

Néanmoins les poils fournissent des caractères précieux dans la diagnose tantôt des espèces, tantôt des genres. Les principales formes que l'on peut rencontrer sont :

1° Poil cylindrique, aigu, à membrane épaisse, persistante : *Anemone nemorosa,* planche III, figure 66.

Il devient conique quand il est court (bords du limbe) : *Anemone nemorosa*, planche III, figure 69;

2° Poil cylindrique, rubané, à sommet arrondi, membrane

mince, ordinairement caduc : *Trollius europaeus*, planche VII, figure 184;

3° Poil cylindrique, épaissi unilatéralement (certaines Clématites), forme intermédiaire entre les deux précédents : *Clematis Flammula*, planche XI, figure 306 ;

4° Poil court, claviforme, vésiculeux, pyriforme, à membrane mince ou épaisse, caduc ou persistant : *Adonis autumnalis*, planche I, figure 6, *Helleborus fœtidus*, planche IX, figure 251;

5° Poil ventru, capité, court; *Thalictrum minus*, planche VI, figure 153, *Thalictrum fœtidum*, figure 156.

Plusieurs formes peuvent se rencontrer dans la même espèce. Il existe :

Une forme dans les genres *Ceratocephalus*, *Actaea*, *Cimicifuga*, *Isopyrum Aconitum*, *Caltha*, *Paeonia*, *Ranunculus*, ainsi que certains *Thalictrum* ou *Helleborus;*

Deux formes dans les genres *Adonis, Anemone, Hepatica, Aquilegia*, *Trollius*, *Clematis*, ainsi que certains *Thalictrum* et *Helleborus;*

Trois formes bien distinctes chez certaines *Anemones*, planche III, figures 66 et 69, *Delphinium Staphysagria,* planche VIII, figure 213.

Les cristaux sont rares chez les Renonculacées. J'ai pu cependant en observer dans les genres *Anemone*, page 41, *Thalictrum,* page 58, *Paeonia*, page 92, *Ranunculus*, page 114.

2° Étude comparative des feuilles insérées à diverses hauteurs le long d'une même tige.

Dans les espèces annuelles, au-dessus des cotylédons, existe une série progressive de feuilles végétatives, suivie d'une série régressive qui se continue par les feuilles bractéales.

Dans les espèces vivaces herbacées, il y a lieu de distinguer sur la pousse :

1° *Les feuilles pérulaires* (Niederblätter). Elles forment généralement une série progressive. Ce sont des feuilles végétatives frappées d'arrêt dans leur développement, dès les premiers

stades. Comme c'est la gaine chez ces dernières qui se développe d'abord, c'est aussi la gaine des feuilles pérulaires qui prend le plus de développement et qui même souvent existe seule, les autres régions restant à l'état rudimentaire.

Les feuilles pérulaires atteignent leur état adulte dans le bourgeon. Quand celui-ci s'épanouit, leur rôle est terminé; elles disparaissent alors ou subsistent desséchées. On les connaît dans cet état sous le nom d'écailles.

Une feuille pérulaire est en général caractérisée par une large insertion, faible hauteur, contour subtriangulaire, structure homogène, consistance plutôt charnue que membraneuse, couleur blanchâtre, rarement verte, brunissant de bonne heure (1).

La préfeuille des bourgeons hivernants est remarquable par son insertion, qui me paraît se présenter d'une manière constante chez toutes les espèces que j'ai examinées. Le faisceau médian de la préfeuille est dans un plan perpendiculaire au plan formé par l'axe du bourgeon et celui de la tige. La pérule est quelquefois réduite à la préfeuille (*Caltha*);

2° *Les feuilles végétatives* (Laubblätter). Dans une pousse dite homophylle, elles sont toutes sensiblement de même importance : *Caltha;* les entrenœuds sont très courts.

Dans une pousse hétérophylle on peut avoir un certain nombre de feuilles végétatives toutes semblables, vers le milieu de la pousse : *Aconitum Napellus*, ou bien une seule feuille végétative plus complète, plus développée que toutes les autres : *Paeonia officinalis;*

3° *Les feuilles bractéales* (Hochblätter). Ce sont toutes les feuilles qui portent à leur aisselle un pédicelle floral, ou un rameau florifère, ou bien l'axe d'une inflorescence. Dans ce dernier cas (*Actaea*), il peut exister des bractéoles.

Elles forment une série régressive. Le métamorphisme porte spécialement sur le nombre des faisceaux qui diminue, sur le

(1) Cf. A. Braun, *Betrachtungen über die Erscheinung der Verjüngung in der Natur*, 1851.

pétiole qui se raccourcit et qui finit par disparaître, sur la gaine qui amplifie ses régions latérales et qui forme des auricules distinctes (*Thalictrum*), au point qu'elles se confondent parfois avec les segments du limbe (*Adonis sp.*, *Delphinium Ajacis*). Parfois la gaine et le pétiole disparaissent totalement et la bractée est réduite au limbe (involucre bractéal des Anémones) ou seulement à la portion supérieure du limbe (*Ranunculus Lingua*).

Les feuilles bractéales supérieures, comme d'ailleurs les premières feuilles pérulaires, toutes à vascularisation faible, ont une vie courte et peu active; de bonne heure elles sont réduites à l'état d'écailles.

3° Influence du milieu.

On a recherché, dans ces dernières années, l'influence produite isolément par les divers agents physiques ou chimiques, dont l'ensemble constitue le milieu, sur la structure des végétaux et plus particulièrement sur la morphologie interne des appendices foliaires. La voie est à peine tracée et les résultats acquis dès à présent sont loin d'être définitifs. Faire la part de chaque agent n'est d'ailleurs pas la moindre difficulté.

1. *Influence du bord de la mer.* — Duval-Jouve a reconnu que la plante du littoral possède un parenchyme incolore très développé.

En comparant quatre-vingt-dix espèces vivant sur le bord de la mer et dans l'intérieur des terres, Lesage (28) a constaté que :

a) La feuille est généralement plus épaisse au bord de la mer qu'à l'intérieur des terres;

b) L'augmentation d'épaisseur est accompagnée d'un grand développement du tissu palissadique, soit par allongement des palissades, soit par augmentation du nombre des assises;

c) Les méats et les lacunes se réduisent au bord de la mer;

d) La chlorophylle tend à diminuer dans les cellules des plantes les plus maritimes.

2. *Influence des sels minéraux.* — Par la méthode des cultures en solution nutritive (solution complète de Knop), comparées avec les cultures dans l'eau distillée, M. Dassonville (**37**) a constaté, notamment pour l'Avoine et le Blé, que la solution de Knop augmente le nombre des nervures et favorise le développement du mésophylle ; il y a très peu de sclérenchyme.

Dans l'eau distillée apparaissent des massifs de fibres sclérifiées, extralibériennes et intraligneuses; le mésophylle est aussi sclérifié; l'épiderme est fortement cutinisé ; il existe de nombreux poils à parois épaisses.

Les modifications produites peuvent être tellement profondes que les feuilles de ces deux graminées acquièrent ainsi une structure identique quand elles sont cultivées dans le même milieu, et deviennent très dissemblables dans des milieux différents.

3. *Influence du climat alpin.* — En fragmentant des souches d'individus de plaine pouvant supporter des altitudes élevées et les transportant ensuite dans les montagnes, M. Bonnier [1] arrive aux conclusions suivantes :

Les feuilles sont en général plus petites, sauf parfois dans la région subalpine, plus poilues, plus épaisses relativement à leur surface et souvent même plus épaisses en valeur absolue, d'un vert plus foncé; le limbe des feuilles acquiert des tissus assimilateurs mieux disposés pour les fonctions chlorophylliennes; le tissu en palissades y est plus développé, soit parce que ces cellules sont plus longues et plus étroites, soit parce que le nombre des rangées palissadiques est plus considérable; de plus, les cellules renferment un plus grand nombre de grains de chlorophylle, et chaque grain de chlorophylle y a souvent une teinte plus verte; lorsqu'il y a des canaux sécréteurs, ils sont, relativement ou absolument, d'un diamètre plus grand; l'épiderme est moins modifié que celui de la tige ; il est cependant en général

[1] G. Bonnier, *Recherches expérimentales sur l'adaptation des plantes au climat alpin*, in Ann. de la Soc. des sc. nat., 7e série, t. XX, 1895.

mieux marqué, surtout chez les feuilles persistantes qui montrent en outre des cellules sous-épidermiques protectrices mieux développées; les cellules de l'épiderme sont ordinairement plus petites et souvent le nombre de stomates par unité de surface est plus grand, surtout sur la face supérieure du limbe, comme M. Wagner l'a fait remarquer le premier (¹).

Le pétiole des feuilles fait voir des modifications qui sont généralement analogues à celles que les tiges subissent, mais beaucoup moins accentuées, c'est-à-dire que le tissu cortical est plus épais par rapport au diamètre du cylindre central; la cuticule de l'épiderme est mieux marquée et les cellules sont à parois plus épaisses; un certain nombre d'assises sous-épidermiques renforcent souvent cet épiderme; les divers tissus du cylindre central sont ordinairement moins différenciés; les stomates sont plus nombreux.

Un cas remarquable est fourni par le *Lotus corniculatus* dont le mésophylle devient tout entier palissadique à 2,600 mètres d'altitude, au Pic du Midi.

4. *Influence de la lumière.* — Dufour (**24**) a montré qu'à la lumière la plus intense, les feuilles acquièrent un limbe plus grand. Ainsi deux feuilles rigoureusement comparables de *Circaea lutetiana* ont acquis un limbe de 2,579 millimètres carrés au soleil, de 1,658 millimètres à l'ombre.

Le mésophylle est plus épais au soleil : le parenchyme palissadique surtout est plus développé, les palissades sont plus longues, plus riches en chlorophylle et amidon; il peut se former de nouvelles assises de palissades : *Fragaria vesca*, *Ligustrum vulgare*. Le parenchyme spongieux n'est guère influencé.

Dans les nervures, les vaisseaux du bois sont plus nombreux et plus larges, leurs parois sont plus épaisses, le liber est plus abondant, le sclérenchyme et le collenchyme sont plus développés.

(¹) Wagner, *Zur Kenntniss des Blattbaues der Alpenpflanzen und dessen biologischer Bedeutung.* (Sitz. d. kais. Akad. d. Wiss. in Wien, Bd II, Abth. I, 1892.)

L'épiderme a, au soleil, des cellules plus hautes, à parois extérieures et latérales plus épaisses; ces dernières sont moins sinueuses et ont une tendance à devenir rectilignes : *Tussilago Farfara.*

Enfin, en comparant des régions identiques de feuilles comparables, on constate que le nombre de stomates est plus considérable au soleil quand ils existent à la face supérieure (*Tussilago*). A la face inférieure, il existe encore plus de stomates au soleil.

Remarquons que l'humidité du sol tend aussi à produire des feuilles plus grandes.

5. *Influence de l'eau.* — Askenasy, en 1870 (1), s'est spécialement occupé du *Ranunculus aquatilis* et a fait ressortir les différences qui existent entre les caractères morphologiques de cette plante dans son milieu habituel et ceux que l'on observe quand cette plante végète dans l'air. Ainsi, les lanières arrondies et filiformes de la plante aquatique prennent la forme de bandelettes aplaties chez la plante aérienne. Le limbe aérien est moins découpé; le mésophylle est bifacial avec une assise de palissades bien caractérisées, un parenchyme spongieux à cellules rameuses, un épiderme à cellules sinueuses avec nombreux stomates à la face interne et très peu à la face externe. Tandis que dans l'eau le mésophylle est homogène, presque sans méats, un épiderme à cellules polyédriques ne portant que quelques stomates à l'extrémité des lanières.

En faisant végéter sous l'eau un individu développé dans l'air, il prend, dans sa région supérieure, tous les caractères de la forme aquatique. Quand les fossés se dessèchent, les individus d'abord immergés sont susceptibles de donner naissance à des pousses nouvelles, qui ont tous les caractères de la plante aérienne.

Ces faits ont été pour la plupart vérifiés par M. Costantin (**22**).

(1) Askenasy, *Ueber den Einfluss des Wachstumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen*, in Bot. Zeit., 1870, 28e année.

Si, d'une manière générale, on peut établir un certain nombre de caractères communs aux feuilles des plantes adaptées à la vie aquatique, il importe cependant de faire remarquer que l'adaptation ne se fait pas toujours de la même manière et à un degré égal. Les exemples sont nombreux.

M. Sauvageau (**30**) fait remarquer que plusieurs Phanérogames marines (*Enhalus, Posidonia,* etc.) ont des feuilles rubanées engainantes sans pétiole, un épiderme dont les parois cellulaires sont rectilignes, sans poils, cuticule très mince, etc. D'autres (*Halophila sp.*) ont les feuilles longuement pétiolées, épiderme à cellules sinueuses, poils sur les deux bases, etc. Ces genres, bien que voisins, vivant dans le même milieu, présentent néanmoins une résistance différente à l'adaptation ; on doit dans ce cas admettre l'intervention de l'inertie héréditaire.

Les stomates disparaissent généralement sous l'eau. Dans beaucoup de cas, on peut provoquer à volonté leur disparition en immergeant des portions aériennes de plantes aquatiques. Costantin (**22**) [1] conclut de là que le milieu exerce une action prépondérante, indépendante de l'hérédité : *Hippuris vulgaris, Stratiotes aloides.*

Mer [2] constate la présence de stomates sur les feuilles toujours submergées de *Potamogeton rufescens*, comme Askenasy [3] en a observé sur les cotyles de *Ranunculus aquatilis.* M. Sauvageau [4] fait remarquer que ces cas ne sont pas isolés, mais que les mêmes phénomènes se présentent chez *Zanichellia repens, Potamogeton lucens, perfoliatus, densus.*

Ces stomates immergés doivent être considérés, d'après Schenck [5], comme des organes ataviques. Il faut donc bien que, chez les plantes qui possèdent de tels stomates, l'inertie hérédi-

(1) Voir aussi J. Costantin, *Les végétaux et les milieux cosmiques.* Paris, Alcan, 1898.

(2) E. Mer, *Notes diverses* in Bulletin de la Soc. bot. de France, 1876, 1878, 1880, 1881, 1882, 1883, 1885.

(3) *Loc. cit.*

(4) *Loc. cit.*

(5) Schenck, *Vergleichende Anatomie der submersen Gewächse,* 1886.

taire l'emporte sur l'adaptation au milieu. Parfois la lutte est indécise entre ces deux facteurs : il en est ainsi chez le *Potamogeton lucens*, où certaines feuilles sont parfois dépourvues de stomates.

Sans vouloir faire une étude spéciale de l'influence du milieu sur la morphologie de la feuille dans la famille des Renonculacées, et sans rechercher la nature de l'agent physique ou chimique déterminant la modification, j'ai néanmoins eu l'occasion d'observer quelques faits qui méritent d'être signalés et dont la place est tout indiquée dans ce travail.

Le *Delphinium nudicaule*, originaire du Jardin botanique de Naples (fig. 211), possède un limbe très épais ($0^{mm}9$ à $1^{mm}2$) dans lequel le parenchyme palissadique présente deux séries de cellules distinctement allongées et étroites.

Le même *Delphinium*, provenant d'Édimbourg, a un limbe d'une épaisseur moindre (fig. 210), avec une seule assise de palissades beaucoup plus courtes. Dans les deux cas, le parenchyme spongieux et l'épiderme ne présentent pas de différences sensibles.

A Liége, le *Delphinium nudicaule* possède une structure intermédiaire, mais se rapprochant beaucoup plus du *Delphinium* écossais : notre ciel ne ressemble guère non plus au ciel napolitain [1].

Les *Renoncules terrestres*, qui végètent en pleine lumière, dans les champs, les prairies, les moissons, ont toutes un nombre considérable de stomates à la face externe du limbe et très peu à la face interne. Celles qui croissent sous bois (*R. nemorosus*, *auricomus*, etc.) possèdent des stomates en nombre à peu près aussi considérable sur les deux faces. Le *R. sceleratus*, espèce des endroits marécageux, porte plus de stomates à la face interne de ses feuilles qu'à la face externe. Chez *R. hederaceus*, dont les feuilles sont susceptibles de devenir nageantes, tout au moins

[1] Voir la note au bas de la page 70 du présent Mémoire.

d'une façon temporaire, les stomates disparaissent presque entièrement de la face externe. Enfin, sur les lanières submergées de *R. aquatilis*, ils persistent en très petit nombre, tout à l'extrémité de ces lanières.

Un pétiole de *Caltha palustris*, récolté dans un fossé peu éclairé d'une forêt marécageuse et inondée la plus grande partie de l'année, avait acquis des dimensions relativement considérables en longueur et en grosseur. Le tissu fondamental était constitué par de très grandes cellules, et, sur la coupe transversale, on pouvait compter vingt-quatre faisceaux de différent calibre (fig. 223). Un autre pétiole, développé dans une prairie humide, en pleine lumière, était beaucoup plus court, avait des cellules plus petites et seize faisceaux seulement.

On sait que le *Ranunculus lingua* ne prospère très bien que dans les endroits ombragés, très humides, sous l'eau, au moins l'hiver et au printemps. On obtient alors des pousses de $0^{m}80$ à $1^{m}20$ d'élévation. Les premières feuilles de la pousse sont des feuilles végétatives nageantes, à gaine ailée, à pétiole très distinct (fig. 322), cylindrique et plus ou moins allongé, à limbe cordé, suborbiculaire ou oblong, sommet arrondi, dont le diamètre atteint 4 à 6 centimètres. Dans les parterres du Jardin botanique de Liége, des feuilles nageantes, devenues aériennes par suite du manque d'eau dans les bassins de végétation, offrent la même configuration extérieure avec une réduction considérable des dimensions, au point que le limbe ne dépasse pas les dimensions d'une pièce de cinquante centimes. Les faisceaux, dans le pétiole, sont au contraire plus développés que dans la feuille nageante avec des éléments libéro-ligneux plus nombreux et un arc de fibres sclérifiées extralibériennes qui fait défaut dans le milieu aquatique. L'hypoderme devient collenchymateux. Dans le limbe, le mésophylle de la feuille nageante est homogène, à cellules toutes globuleuses et isodiamétriques sur la coupe transversale (fig. 324), irrégulières quand elles sont vues de face sous l'épiderme. Celui-ci est équifacial, à cellules sinueuses, avec stomates sur les deux faces, mais très peu à la face externe. La feuille, devenue aérienne, prend un mésophylle

bifacial à parenchyme palissadique unisérié et méatique, se composant de grandes cellules plus ou moins allongées, souvent renflées aux extrémités, mais non rameuses, et irrégulières vues sous l'épiderme. Le parenchyme spongieux est à grandes cellules ramifiées. L'épiderme se compose de cellules très sinueuses et les stomates sont également répartis sur les deux faces.

Le *Ranunculus acris* et le *R. arvensis* croissant dans un jardin cultivé, bien fumé, possèdent des segments foliaires plus amples et surtout plus larges, avec moins de découpures que lorsqu'ils poussent dans les champs et les moissons. Néanmoins, le mésophylle et l'épiderme ne subissent que de légères modifications, portant spécialement sur la macrocytie.

La feuille d'*Aquilegia vulgaris*, prise sur des pieds spontanés provenant de stations différentes et éloignées, se présente avec une structure très sensiblement constante. Sur des pieds cultivés dans les jardins botaniques et étiquetés *A. vulgaris*, la structure du mésophylle se montre plus variée; les modifications portent surtout sur l'épaisseur du limbe, les dimensions des cellules, le nombre des assises en palissades (2 ou 3) (fig. 118 et 119). Ces différences peuvent provenir de deux causes : des conditions nouvelles et plus ou moins variables dans lesquelles se trouvent les plantes à l'état de culture; des croisements possibles entre espèces affines et variétés horticoles qui, dans les jardins botaniques, sont rapprochées côte à côte. On sait d'ailleurs combien il est difficile de déterminer exactement les espèces et les variétés du genre *Aquilegia*. Il est probable que plusieurs plantes étiquetées *A. vulgaris* ne sont pas d'origine pure, surtout celles du commerce. Ce qui semble justifier que, dans le cas dont il s'agit ici, les conditions d'éclairage n'ont qu'une faible influence modificatrice sur la structure du mésophylle, c'est que les Ancolies se développent de bonne heure et que le mésophylle est déjà différencié au moment de la feuillaison des arbres voisins. Il faut alors admettre que l'hybridation et surtout le métissage ont une action prépondérante. Ce qui tend à le prouver, c'est que nos prétendus *A. vulgaris* sont notablement différents les uns des

autres par la couleur de leurs fleurs, l'existence de fleurs simples et de fleurs doubles, la taille, etc.

Ce qui précède s'applique également aux *Aquilegia alpina, chrysantha, Skinneri*, etc., très polymorphes dans nos cultures et dont la détermination exacte devient d'une extrême difficulté.

Les *Thalictrum* présentent également dans la structure de leur limbe des variations profondes, qui dépendent non seulement du milieu, mais encore de la hauteur de l'insertion de la feuille sur la pousse et aussi de l'âge de cette feuille. En effet, chez beaucoup de *Thalictrum* que j'ai examinés, la différenciation histologique est souvent tardive dans les parenchymes du mésophylle. On conçoit dès lors que tel auteur ait pu décrire des palissades isodiamétriques ou nulles chez une espèce donnée, et tel autre des palissades allongées dans la même espèce. En outre, la différenciation n'a pas lieu avec la même intensité et simultanément dans toutes les feuilles de la même pousse. Il y a donc là des causes d'erreur qui compliquent singulièrement l'évaluation des caractères spécifiques dans le genre *Thalictrum*. Et si l'on tient compte que le pilosisme subit aussi l'influence du milieu (p. 57), que la présence des stipelles et des stipellules ne peut être utilisée comme signe caractéristique (**21**, p. 101), on comprendra aisément la grande difficulté que l'on éprouve lorsque l'on veut distinguer toutes les espèces de ce genre, aussi bien par la morphologie interne que par la morphologie externe. Il me paraît donc tout au moins utile, si pas indispensable dans la plupart des cas, de faire une étude approfondie de tous les caractères histologiques des espèces végétales, dans les différentes stations où ces espèces se développent normalement, avant de songer à faire une application de ces caractères à la botanique systématique. On pourra par ce moyen s'assurer que s'il existe des genres où les espèces ne peuvent pas être actuellement bien délimitées, où les caractères des organes végétatifs se modifient aisément sous l'influence de l'épharmonisme, par contre il en existe d'autres (*Helleborus*, *Anemone*, etc.) où la caractéristique spécifique est plus facile à établir et où les individus résistent avec beaucoup plus d'énergie à l'influence des agents physiques ou chimiques.

Il résulte donc de ce qui précède, que la plupart des caractères anatomiques sont susceptibles de variations et peuvent subir, d'une façon plus ou moins profonde, l'influence du milieu. Malgré ces variations, Vesque a néanmoins constaté :

1° que la structure des plantes *spontanées* est fort peu variable sous l'influence du milieu, ce qui tient en grande partie à l'inconstance du milieu lui-même. Chez ces plantes, la lutte pour l'existence a dû contribuer singulièrement à la fixation des caractères anatomiques;

2° que les caractères anatomiques d'adaptation sont d'autant plus constants que la plante est adaptée à des conditions plus extrêmes;

3° que la variabilité est elle-même un caractère de l'espèce.

Malgré cette variabilité, qui atteint tout aussi bien les caractères morphologiques externes que les caractères morphologiques internes, il n'est pas permis de négliger ces derniers dans la botanique descriptive ni d'accorder la priorité aux uns plutôt qu'aux autres. Tous doivent être également pesés dans leur évaluation par des monographes à la fois systématiciens et anatomistes.

II. — ANATOMIE SYSTÉMATIQUE DES RENONCULACÉES DANS L'ÉTAT ACTUEL DE NOS CONNAISSANCES.

Vesque (**17**) a résumé les caractères de la famille des Renonculacées, tirés spécialement des feuilles :

« Poils simples, unicellulés, à parois minces ou épaisses;

» Stomates entourés de plusieurs cellules épidermiques irré-
» gulièrement disposées et ne laissant pas reconnaître le mode
» de formation de la cellule mère spéciale;

» Cristaux nuls ou en oursins;

» Faisceaux présentant souvent une section particulière, le
» bois embrassant le liber mou, en forme d'arc ou de croissant;

» Laticifères et autres organes glanduleux nuls. »

Solereder (**38**) a signalé en outre un caractère des ponctuations des vaisseaux qui sont toujours simples, sauf chez les Pivoines : la présence de poils ordinaires ou poils de revêtement (*Deckhaaren*) et de poils glanduleux (*Drüsenhaaren*).

Il a relevé également certaines particularités des palissades qui peuvent être simples ou rameuses dans les genres *Aconitum*, *Anemone*, *Caltha*, *Paeonia* et *Trollius*, exemples auxquels j'ajouterai les genres *Adonis*, *Clematis*, *Garidella*, *Nigella* et *Delphinium sp.*

De plus, la feuille la plus complète comprend une gaine, un pétiole et un limbe; exceptionnellement, le pétiole manque et le limbe est sessile sur la gaine : *Adonis vernalis* et *A. volgensis*, *Clematis integrifolia*. La gaine a une insertion de 360°, tout au moins au premier stade, dans le bourgeon, sauf dans les Clématites.

Malgré le nombre relativement faible d'espèces qu'il m'a été possible d'examiner jusqu'à ce jour, je crois néanmoins bien faire en formulant dès à présent quelques conclusions relatives aux caractères des genres. Elles serviront tout au moins à guider les

recherches à faire dans les espèces restantes et elles pourront d'ailleurs être modifiées au besoin.

Dans les Potamées, selon M. Sauvageau (**30**), la structure des feuilles ne conduit pas toujours à un groupement correspondant à celui des genres établis d'après les caractères tirés des fleurs. D'une manière générale, il n'en est pas de même dans la famille des Renonculacées. La plupart des genres primitivement établis par l'étude comparée des organes floraux sont caractérisables par la morphologie de la feuille végétative la plus complète; quelques genres seulement font exception, comme on le verra bientôt, et ces genres sont précisément ceux dont la suppression a été déjà proposée par des botanistes qui n'ont considéré que les caractères fournis par les fleurs et les fruits.

Dans certains genres, la feuille a une tendance à prendre une allure uniforme pour toutes les espèces : *Thalictrum*, *Aquilegia*, *Paeonia*, *Aconitum*, etc. Dès lors, il n'y a pas de caractères spécifiques facilement appréciables. Inversement, dans d'autres genres, les feuilles se rattachent à plusieurs types de structure et les espèces sont caractérisables par la morphologie des feuilles: *Delphinium*, *Ranunculus*, *Anemone*, *Helleborus*, etc.

Je résumerai ci-après les caractères qui m'ont paru les plus constants dans chaque genre, et je suivrai, pour l'énumération de ces genres, l'ordre du Prodrome de De Candolle.

Trib. I. — Clematideae.

Clematis.

Ce genre comprend des espèces à feuilles opposées dont le limbe foliaire est nettement monacrone et simple (*C. integrifolia*, fig. 307) ou monacrone composé (*C. Flammula*, fig. 300). D'autres espèces à limbe triséqué représentent un type intermédiaire entre le limbe monacrone et le limbe triacrone. (Voir pp. 93 à 96.)

La gaine possède une insertion de 180° et est non ailée; elle reçoit toujours trois faisceaux de la tige.

Dans le pétiole existent un arc externe et un arc interne de

faisceaux. A la base du limbe, on ne trouve pas de voûte anastomotique complexe, mais simplement des bandes libéro-ligneuses transversales allant de l'arc interne à l'arc externe, et formant une sorte de « nœud » (fig. 303, 304 et 309). De plus, à ce niveau, il n'y a jamais de trifurcation proprement dite du faisceau médian. Dans chaque foliole, les nervures principales convergent vers le sommet (fig. 300). Ce dernier caractère se retrouve également dans une plante appartenant à un genre voisin : *Naravelia zeylanica* DC.

Au point de vue histologique, le mésophylle est bifacial, avec palissades rameuses ou non rameuses. Des stomates à la face externe seulement.

Les poils sont dimorphes : les uns sont courts, claviformes; les autres allongés, cylindriques et souvent avec un épaississement unilatéral.

Le type monacrone composé des Clématites s'écarte de celui des Nigelles-Garidelles par la présence d'un arc interne de faisceaux dans le pétiole et l'existence d'une légère complication anatomique à la base des rachis secondaires.

Trib. II. — Anemoneae.

Thalictrum.

Le limbe est triacrone composé [1]; le pétiole est souvent strié et la gaine, ailée ou auriculo-ailée, reçoit un nombre indéterminé et variable de faisceaux : 11 à 25 et même plus. Les auricules sont généralement vascularisées par un ou plusieurs marginaux extrêmes qui vont s'y terminer en pointe libre.

A la base du limbe existe une voûte anastomotique très complexe, sur laquelle s'insèrent les faisceaux des trois rachis primaires.

Comme caractères histologiques saillants, il importe de mettre en relief d'abord la forme caractéristique du faisceau

[1] Quelques rares espèces ont un limbe simple.

dans la région inférieure de la gaine (p. 56, fig. 148); ensuite le peu d'épaisseur du mésophylle dans lequel la chlorophylle est également répandue; enfin la disposition des cellules du parenchyme palissadique laissant entre elles des méats excessivement étroits. De plus, les cellules du parenchyme spongieux ne sont pas ramifiées, comme on l'observe généralement partout ailleurs (p. 56, fig. 149 et 150).

Les stomates sont localisés à la face externe.

Les *Thalictrum* semblent caractérisés par l'existence de poils capités (p. 57, fig. 153), entourés de cellules circumpilaires différenciées en une petite rosace (fig. 154) autour de la base du poil et susceptible de se soulever en piédestal. Certaines espèces portent en outre des poils cylindriques, unicellulaires ou pluricellulaires-unisériés (fig. 155, 156); ce dernier caractère n'existe pas, à ma connaissance, dans les autres genres de la famille.

Par leur limbe triacrone, leurs poils dimorphes entourés d'une rosace de cellules circumpilaires souvent soulevées, les *Thalictrum* se rattachent aux Anémones. Mais ils présentent beaucoup plus d'affinités avec les *Actaea-Cimicifuga*.

Anemone.

Le limbe des feuilles d'Anémone est triacrone, simple ou composé. Dans ce dernier cas, les trois rachis primaires sont égaux ou inégaux. La gaine présente deux aspects distincts : elle est courte et auriculée, ou bien longue et ailée et alors parfois, mais rarement, auriculée et à auricules vascularisées, comme chez les *Thalictrum*.

Le nombre des faisceaux sortant dans la feuille est variable. Dans le pétiole, il se trouve toujours un arc externe et un arc interne et même parfois des faisceaux dans le *Tf.* interne : *A. nemorosa* (fig. 59) et *japonica* (fig. 92).

A la base du limbe, le faisceau M se trifurque, et il existe un nœud dont la complication augmente en raison directe du développement des trois rachis primaires. Chez *A. nemorosa*, la voûte

anastomotique est due, en partie tout au moins, aux faisceaux du *Tf.* interne.

Le mésophylle est bifacial, à palissades fréquemment rameuses ou irrégulières, présentant parfois la forme d'un H (fig. 103, 104).

Les poils sont dimorphes, même trimorphes chez certaines espèces (pp. 31 et 41, fig. 66 et 69), avec cellules circumpilaires formant rosace et souvent soulevées en piédestal (fig. 106).

Les caractères qui précèdent ne s'appliquent pas aux *A. Pulsatilla* L. et *pratensis* L. Celles-ci diffèrent des autres Anémones par plusieurs caractères qui semblent ainsi justifier le maintien du genre *Pulsatilla* Miller (Sect. I : *Pulsatilla*, Prodr. DC., p. 16). D'abord la forme pennée du limbe (voir pp. 37 à 42), ensuite l'absence du « nœud » à la base du limbe, enfin l'existence d'un parenchyme spongieux très dense et à petites cellules, et de palissades non rameuses allongées, tibiaeformes (fig. 102). De plus, les stomates sont aussi nombreux à la face interne qu'à la face externe.

Si les vraies Anémones présentent dans leur limbe foliaire le type triacrone dans toute sa pureté, les Pulsatilles s'en écartent par l'allongement du rachis médian, qui conduit à la feuille pennée, pour se rapprocher ainsi du type monacrone composé des Nigelles et des Garidelles, vers lesquelles elles établissent la transition (p. 42).

Hepatica.

L'*Hepatica triloba* ne diffère des Anémones que par son mésophylle, qui est presque homogène, par ses palissades aplaties et non rameuses, par l'existence de stomates sur les deux faces du limbe et par les cellules circumpilaires non disposées en rosace.

Ces caractères ne me paraissent pas suffisants pour justifier la séparation des Hépatiques du genre Anémone. On sait que la concrescence des trois segments à la base du limbe des *Hepatica* se retrouve chez certaines espèces d'Anémones, notamment *A. palmata* L.

Adonis.

Ce genre renferme des espèces annuelles à feuilles pétiolées, limbe monacrone composé, gaine à auricules multifides (fig. 1) et des espèces vivaces à feuilles sessiles, limbe polacrone composé, basipète, où les auricules ne sont guère discernables des segments du limbe (fig. 11 et 19).

Trois ou cinq faisceaux sortent dans la feuille et se disposent toujours sur un seul arc dans le pétiole et les rachis.

Jamais de nœud anastomotique à l'insertion des rachis secondaires.

Mésophylle toujours bifacial, épiderme équifacial, des stomates à la face externe (voir pp. 17, 20 et 21), des poils dimorphes et peu nombreux.

Les espèces annuelles ne peuvent se distinguer les unes des autres par des caractères tirés de la morphologie des feuilles.

Myosurus.

Feuille à limbe monacrone simple, sans limite bien nette entre le limbe et le pétiole, de même qu'entre le pétiole et la gaine. Celle-ci reçoit trois faisceaux et est non ailée.

Le mésophylle est homogène, l'épiderme équifacial; stomates sur les deux faces.

Poils nuls ou, dans tous les cas, très rares (p. 25).

Ceratocephalus.

C'est la feuille du *Myosurus* à limbe simple ou rameux dans le haut, à mésophylle bifacial.

Des poils cylindriques allongés.

Ranunculus.

Les nombreuses espèces de Renoncules peuvent être rattachées à trois sections principales :

1° Les Renoncules dont les feuilles possèdent un limbe monacrone simple, entier ou presque entier. La gaine est ailée.

Il n'y a pas de séparation morphologique, tant interne qu'externe, bien précise entre les trois régions de la feuille.

Le nombre des faisceaux sortant de la tige est variable. Ils se disposent toujours sur un seul arc dans le pétiole. Le mésophylle est bifacial ou homogène. Les stomates sont répartis sur les deux faces et les poils monomorphes;

2° Les Renoncules à feuilles découpées en lanières ou Renoncules aquatiques ont un limbe triacrone, à segment médian plus courtement rachidé et moins développé que les latéraux, gaine courte et auriculée recevant trois faisceaux de la tige. Le bois primaire du faisceau médian est remplacé par une lacune.

Le mésophylle est homogène, presque sans méats; l'épiderme à cellules polyédriques riches en chlorophylle.

Les stomates sont nuls et les poils monomorphes. Ceux-ci existent toujours à l'extrémité des lanières du limbe;

3° Les Renoncules de cette section (1) sont caractérisées par un limbe basipète à trois, cinq ou sept segments sessiles ou rachidés, libres ou concrescents à la base; les découpures de chaque segment sont variables et des variations profondes peuvent se manifester dans chaque espèce. La gaine est ailée et presque toujours auriculée. Le nombre des faisceaux reçus par la feuille est variable; quand il y en a plus de trois ou cinq, ce nombre peut s'élever jusqu'à trente. Dans le pétiole, ils sont toujours disposés sur deux arcs.

A la base du limbe existe une sorte de nœud produit par la trifurcation et la bifurcation des faisceaux principaux : il n'y a une voûte anastomotique que chez *R. platanifolius* (p. 112).

Le facies du faisceau médian des Renoncules est typique (p. 112 et fig. 385 à 389).

Le mésophylle est nettement bifacial, à palissades non rameuses.

(1) Cette troisième section renferme principalement les Renoncules terrestres. Les Renoncules des lieux humides ou des endroits marécageux (*R. hederaceus*, *scelcratus*, etc.) participent à la fois des caractères de la deuxième et de la troisième section, entre lesquelles elles établissent la transition.

Il y a toujours des stomates sur les deux faces, mais, généralement (p. 114), ils sont moins nombreux à la face interne. Les poils sont monomorphes et les cellules circumpilaires sont, dans la grande majorité des cas, disposées en rosace et parfois soulevées en piédestal, surtout sur le pétiole (fig. 383, 390, 391 et 392).

Oxygraphis (*R. cymbalariae,* Prodr., n° 59, p. 33).

L'espèce unique de ce genre est une Renoncule de la troisième section, qui ne peut en être séparée par les caractères tirés de la feuille. Sa place est bien déterminée entre le *R. hederaceus* et les Renoncules terrestres.

Ce genre n'existe pas dans le Prodrome.

Ficaria.

La feuille de la Ficaire est une feuille d'Oxygraphis plus développée (pp. 77 et 78).

Le genre *Ficaria* pourrait bien rentrer dans le genre *Ranunculus,* comme Linné l'admettait.

Caltha.

La feuille de *Caltha* rappelle, par sa configuration extérieure, une feuille de Ficaire plus ample et plus développée. Les feuilles de ces deux plantes ont encore d'autres caractères communs importants, notamment le faisceau L ramifié en éventail dans le limbe (p. 74), le faisceau M dans l'axe du pétiole ou très près de cet axe, la présence de stomates en nombre à peu près égal sur les deux faces, et le mésophylle bifacial.

Ce qui distingue spécialement la feuille du *Caltha,* c'est d'abord la section transversale orbiculaire de son faisceau médian (fig. 226), ses palissades rameuses ou non rameuses, et surtout sa gaine longuement vaginée dans le bourgeon (fig. 214).

Les poils sont monomorphes.

C'est surtout par sa gaine vaginée et par ses palissades rameuses que le *Caltha* se rattache au *Trollius.*

Trollius.

La feuille se compose d'un limbe polacrone basipète à cinq ou sept segments lobés et dentés, d'un pétiole subcylindrique, d'une gaine qui, dans le bourgeon, offre beaucoup d'analogie avec celle du *Caltha* (p. 61, fig. 168 et 169).

Le mésophylle est bifacial, à palissades rameuses ou non rameuses. L'épiderme est aussi bifacial. Les stomates n'existent qu'à la face externe. Les poils sont dimorphes.

Par la présence de plusieurs feuilles végétatives complètes sur la même pousse, par la forme du limbe, les caractères du mésophylle et des stomates, le *Trollius* se rattache aux Aconits. Il s'en écarte par la forme de la gaine et le dimorphisme pilaire.

Eranthis.

Le limbe de la feuille végétative est triacrone, à segments sessiles, les latéraux larges et profondément bifides, simulant cinq segments disposés en rayonnant autour de l'axe du pétiole, ce qui est corrélatif à la subcylindricité du pétiole; ce dernier caractère est commun avec le *Trollius*.

La gaine est non ailée et reçoit trois faisceaux.

Helleborus.

Les feuilles d'Hellébores ont un limbe polacrone basipète, pédatiséqué, plus rarement triacrone, à segments sessiles ou subsessiles, les marginaux obscurément et inégalement rachidés (pp. 80 et suivantes).

La gaine est peu ailée ou non ailée et reçoit de sept à onze faisceaux. Il n'y a pas de faisceaux à la face interne du pétiole, mais comme les faisceaux de l'arc externe sont disposés en fer à cheval, les deux branches peuvent se rapprocher par leurs extrémités quand le pétiole devient subcylindrique. Cette particularité se présente également chez les Pivoines.

Le parcours à la base du limbe et dans le limbe présente certaines particularités décrites précédemment (pp. 80, 84 et 86). Mais il n'a pas de véritable nœud entre le pétiole et le limbe.

Le faisceau médian, dans le pétiole, présente sur sa coupe

transversale une figure elliptique allongée avec une zone cambiale droite ou à convexité extérieure. Ce caractère est à mettre en relief dans la famille des Renonculacées et permet de reconnaître une Hellébore par ses faisceaux pétiolaires (fig. 269). De plus, les éléments du bois sont à calibre fort étroit.

Il faut aussi accorder une mention spéciale aux cellules épidermiques du pétiole, qui ont les parois latérales épaisses et ponctuées. Ce caractère existe aussi souvent dans les cellules de l'épiderme du limbe (fig. 249, 250, 272). La cuticule est toujours épaisse, ridée ou chagrinée.

Isopyrum.

Limbe triacrone composé. Gaine allongée et auriculée recevant trois faisceaux.

Le mésophylle est bifacial, les palissades non rameuses, les stomates répartis sur les deux faces. Poils monomorphes, d'ailleurs très rares.

Garidella.

Feuille végétative principale, à limbe monacrone composé et gaine non ailée recevant trois, beaucoup plus rarement cinq faisceaux. Ceux-ci n'existent jamais à la face interne du pétiole.

Le mésophylle est bifacial, à palissades rameuses ou non rameuses. L'épiderme est équifacial, et les stomates sont répartis sur les deux faces du limbe, mais moins nombreux à la face interne. Les poils sont rares et caducs (voir p. 25).

Le genre *Garidella* ne renferme, comme le genre *Nigella,* que des espèces annuelles. Il ne peut être séparé de ce dernier par des caractères tirés de la morphologie de la feuille.

Nigella.

Caractères des Garidelles.

Aquilegia.

Feuille à limbe triacrone composé dont les segments sont disposés en rayonnant autour de l'axe du pétiole. Celui-ci est subcylindrique. La gaine est auriculo-ailée et reçoit onze à

quinze faisceaux. Ceux-ci ne forment un arc interne que dans la région tout à fait supérieure de la gaine (p. 47).

Dans le pétiole, les faisceaux sont disposés sur un cercle presque régulier et entourés d'un étui sclérenchymateux dans le tissu fondamental externe (fig. 116).

A la base du limbe existe une voûte anastomotique complexe (fig. 117).

Le mésophylle est bifacial, à palissades non rameuses, bi- ou trisériées.

L'épiderme est bifacial, à cuticule bombée.

Les stomates n'existent qu'à la face externe. Les poils sont dimorphes.

Delphinium.

Ce genre comprend des espèces annuelles et des espèces vivaces. Les espèces annuelles sont reliées aux *Adonis* par le *D. Ajacis :* absence d'arc interne de faisceaux dans le pétiole; poils dimorphes peu nombreux, etc.

Les espèces vivaces ont un limbe polacrone simple, basipète, une gaine non ailée ou peu ailée.

Il n'y a généralement que trois faisceaux qui sortent dans la feuille.

Le mésophylle est bifacial, à palissades variables.

Les stomates n'existent qu'à la face externe. Poils variables (p. 70).

Aconitum.

Limbe, gaine, nombre de faisceaux, parcours et stomates comme dans les Delphinium vivaces.

Les palissades sont rameuses ou non rameuses.

Les poils sont monomorphes, cylindriques, aigus.

Les feuilles pérulaires rappellent celles du *Trollius.*

Actaea.

Limbe composé triacrone, à rachis primaires égaux ou presque égaux. La gaine est courte et faiblement auriculée. Les faisceaux

sont très nombreux dans la gaine et le pétiole; ils forment à la base du limbe un réseau anastomotique très compliqué. Un complexus analogue se trouve à l'insertion des rachis d'ordre inférieur.

Le mésophylle est bifacial; les cellules qui correspondent au parenchyme palissadique sont courtes et isodiamétriques. L'épiderme est équifacial. Des stomates à la face externe seulement. Poils cylindriques aigus.

Sur une pousse, il n'y a qu'une seule feuille végétative au-dessus de la pérule.

La feuille d'*Actaea* offre une certaine analogie avec la feuille d'*Aquilegia*, résultant surtout de l'égalité de leurs trois rachis primaires. Par la prédominance du rachis médian, on passe à la feuille du *Cimicifuga fœtida*, du *C. racemosa* et de la plupart des *Thalictrum*. Les *Cimicifuga* et les *Thalictrum* ont plusieurs feuilles végétatives, mais d'inégale importance sur la même pousse.

Cimicifuga.

Analogie frappante avec *Actaea* quant aux caractères des feuilles.

Ce genre n'existe pas dans le Prodrome.

Paeonia.

Les Pivoines ont un limbe triacrone composé. Elles sont surtout caractérisées par des faisceaux mal individualisés, qui sont plutôt des fragments de la couronne libéro-ligneuse de la tige sortant dans la feuille (p. 88, fig. 276). Ces massifs libéro-ligneux ont parfois une section transversale concentrique dans le bas de la gaine (fig. 282).

Il n'y a pas de faisceaux à la face interne du pétiole, à moins que, comme dans les Hellébores, les extrémités de l'arc interne ne se rapprochent l'une de l'autre, ce qui est le cas des espèces à pétiole cylindrique (fig. 288).

A la base du limbe, il n'existe ni voûte anastomique ni arcs transversaux proprement dits, donc pas de nœud.

La zone cambiale est arquée, mais avec convexité extérieure.

Le mésophylle est bifacial, à palissades courtes, irrégulières, rameuses, parfois aplaties. Des stomates à la face externe seulement. Une seule sorte de poils. Souvent des cristaux.

Les genres *Paeonia* et *Helleborus* ont plusieurs caractères anatomiques qui leur sont communs. L'un et l'autre semblent former, par la morphologie de leurs feuilles, un groupe distinct dans la famille des Renonculacées.

CONCLUSIONS.

Il y a des conclusions importantes à tirer de ce qui précède :

1° Les genres sont caractérisés, dans les Renonculacées, non seulement par les organes floraux, mais aussi par leurs organes végétatifs, spécialement par les feuilles.

2° Certains genres résistent mieux que d'autres aux influences du milieu, et ce sont précisément ceux où les espèces présentent le moins de formes intermédiaires et sont par conséquent caractérisables par la morphologie des organes végétatifs.

3° Il est préférable de n'étudier la structure des végétaux que dans leurs stations naturelles seulement; la culture introduit de nouvelles causes de variation.

4° L'anatomie de la feuille pourra trancher certaines divergences de vues qui existent entre les systématiciens en fournissant des arguments nouveaux à ceux qui veulent la suppression de genres contestables ou la justification de genres contestés. Ainsi il résulte de mes observations que, d'une part, le genre *Hepatica* n'est pas suffisamment caractérisé par ses organes végétatifs pour justifier son existence distincte du genre *Anemone;* il en est de même des *Nigella-Garidella*, des *Actaea-Cimicifuga*, des *Ficaria-Oxygraphis-Ranunculus;* que, d'autre part, les Pulsatilles dans le genre *Anemone*, les *Batrachium* et les Renoncules monacrones dans le genre *Ranunculus* constituent des sections bien établies.

On voit donc que les caractères anatomiques ne bouleversent pas les classifications établies : ils ne font que les confirmer ou les perfectionner. Ainsi entendus, ils ne viennent pas semer la discorde, mais plutôt apaiser les conflits ; ces résultats réjouiront ceux qui veulent, et avec raison, lutter contre la dislocation des genres et la « pulvérisation » de l'espèce.

5° L'anatomie aidera, dans la plupart des genres, à classer les espèces ; elle pourra même parfois suffire à elle seule pour déterminer le plus grand nombre d'entre elles (*Anemone, Delphinium, Helleborus*). Dans d'autres genres, aux allures épharmoniques bien définies, où les espèces sont reliées par de nombreuses variétés et formes intermédiaires, où elles sont plus facilement influencées par les causes adaptationnelles, dans ces genres (*Thalictrum, Aquilegia, Paeonia* et peut-être *Aconitum*), l'anatomie ne parviendra probablement pas à débrouiller le chaos dans lequel les ont laissées nos devanciers les systématiciens.

N'ayant pas étudié *toutes* les espèces d'un genre compliqué, je n'ai pu déterminer la notion de l'espèce d'après mes propres observations. Je n'ai donc pas ici en vue ni l'espèce ancestrale, ni l'espèce primaire, ni l'espèce morphologique, ni l'espèce jordanienne, ni etc., j'appelle tout simplement espèce ce que la plupart des botanistes appellent espèce dans les végétaux supérieurs.

Si l'on insiste aujourd'hui pour que l'anatomiste tienne soigneusement compte de la Systématique, je pense également que les monographies, pour être complètes et parfaites, ne doivent pas rejeter ni dédaigner les investigations anatomiques. L'Anatomie et la Systématique sont deux branches sœurs qui se complètent l'une l'autre et qui doivent marcher la main dans la main.

Et, comme le fait fort bien remarquer John Briquet (1),
« établir deux catégories taxinomiques distinctes de caractères,
» basées sur les limites du pouvoir visuel de l'homme, serait
» pour le moins futile. Que les caractères soient empruntés aux
» organes ou aux tissus, c'est toujours de la morphologie que
» l'on fait. D'ailleurs les morphologistes ont empiété sur le

(1) J. Briquet, *Observations critiques sur les Conceptions actuelles de l'espèce végétale au point de vue systématique.* (Préface de la Flore des Alpes maritimes, par Burnat.)

» domaine des histologistes et vice versa. Les morphologistes
» font de l'histologie lorsqu'ils distinguent des poils rameux des
» poils simples. »

En résumé, nos devanciers, guidés le plus souvent par leur merveilleux instinct de botanistes classificateurs, ont établi des groupements que l'anatomie, avec les progrès qu'elle a réalisés dans ces derniers temps, confirme le plus souvent d'une manière éclatante.

LISTE ALPHABÉTIQUE DES ESPÈCES CITÉES.

RENSEIGNEMENTS HISTORIQUES ET BIBLIOGRAPHIQUES.

1. **Linné**, 1751. Philosophia botanica. Stockholm.

2. **De Candolle**, 1844. Théorie élémentaire de la Botanique, 3e édition.

3. **Trécul**, 1853. Mémoire sur la formation des feuilles, in *Ann. sc. nat.*, 3e série, t. XX, p. 235.

Mémoire très documenté avec organogénie détaillée de nombreuses feuilles appartenant aux Dicotylées et aux Monocotylées. L'auteur distingue quatre types principaux aujourd'hui bien connus : basifuge, basipète, mixte et parallèle.

4. **Clos**, 1857. Les vrilles des *Smilax*, ni folioles, ni stipules, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. IV, p. 985.

Ces vrilles ne sont pas articulées à leur base, ce n'est qu'un double prolongement latéral des éléments cellulo-vasculaires du pétiole.

5. **Durieu de Maisonneuve**, 1859. Étude taxonomique de la ligule dans le genre *Carex*, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. VI, p. 621.

Il propose de se servir de la ligule comme caractère taxonomique.

6. **Cosson**, 1860. Note sur la stipule et la préfeuille dans le genre *Potamogeton* et quelques considérations sur ces organes dans les autres Monocotylées, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. VII, p. 715.

Analogie entre la ligule des Graminées et la *stipule* des Potamots, qui sont toutes deux formées par un organe unique.

7. **Cauvet**, 1865. Probabilité de la présence des stipules dans quelques Monocotylédones, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. XII, p. 240.

Les petits filaments de la feuille d'*Althenia filiformis*, les vrilles de *Smilax aspera*, les appendices latéraux du *Tamus communis* sont des stipules.

8. **Cas. De Candolle**, 1868. Théorie de la feuille, in *Archives des sciences de la Bibliothèque universelle de Genève.*

La feuille serait un rameau à la face interne (supérieure) atrophiée; c'est-à-dire un rameau dont le cône terminal serait frappé de stérilité à la fois sur son sommet et sur sa face interne, ce qui est le cas le plus général.

9. **Germain de Saint-Pierre**, 1870. Nouveau dictionnaire de botanique. Paris, Baillière.

10. **Guillard**, 1870. Mémoire sur les organes par lesquels les feuilles rendent à la tige la sève qu'elles ont élaborée, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. XVII.

Il entreprend de combler « une grave lacune de l'anatomie végétale »; distingue diverses formes de pétiole d'après la coupe transversale : pétiole cauloïde, hémicaule, grand arc, petit arc. Il groupe les familles des Dicotylées d'après cette coupe et attache une grande importance au nombre.

11. **Sachs**, 1874. Traité de botanique, traduit sur la troisième édition, par Van Tieghem. Paris, Savy.

12. **Lecoyer**, 1876. Notice sur quelques Thalictrum, in *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, t. XV, p. 112.

Observations sur les poils glandulifères du *T. fœtidum* L.

13. **Lecoyer**, 1877. Étude morphologique sur les *Thalictrum*, in *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, t. XVI, p. 198

Donne en détail les caractères du genre et décrit quelques espèces inédites.

14. **Clos**, 1878. Des stipules et de leur rôle dans l'inflorescence et dans la fleur, in *Mém. Acad. des sc. de Toulouse*, septième série, t. X, p. 201.

Fait l'historique de la question des stipules. Il examine les stipules dans chacune des familles du règne végétal et émet une appréciation générale de leur valeur dans les divers degrés de la classification.

15. Cas. De Candolle, 1879. Anatomie comparée des feuilles chez quelques familles de Dicotylédones, communiqué à la *Soc. de physique et d'hist. nat. de Genève.*

S'occupe principalement des feuilles chez les plantes ligneuses. Reconnaît comme caractère constant, dans un même genre, la structure ouverte ou fermée du système principal des faisceaux du pétiole. Il en est de même, généralement, de la présence de faisceaux intracorticaux, tandis que la présence de faisceaux intramédullaires constitue une véritable anomalie.

16. Goebel, 1880. Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes, in *Bot. Zeit.*, 38. Jahrgang, Nr 45, pp. 753 et suivantes.

17. Vesque, 1881. L'anatomie des tissus appliquée à la classification, in *Nouv. archives du Museum,* 2e série, t. IV.

Donne les caractères des Renonculacées tirés des poils, des stomates, des cellules épidermiques, des cristaux, du mésophylle et des faisceaux Se borne à une coupe au milieu du pétiole.

18. Vesque, 1882. Essai d'une monographie anatomique et descriptive de la tribu des Capparées (Capparidées ligneuses), in *Ann. sc. nat.,* 6e série, t. XIII.

19. Vesque, 1885. Caractères des principales familles gamopétales tirés de l'anatomie de la feuille, in *Ann. sc. nat.,* 7e série, t. I.

20. Marié, 1885. Recherches sur la structure des Renonculacées, in *Ann. sc. nat* , 7e série, t. XX.

C'est une étude anatomique des genres, par quelques coupes isolées dans la racine, la tige, la feuille. Une conclusion : le genre anatomique ne correspond pas toujours au genre morphologique.

21. Lecoyer, 1885. Monographie du genre Thalictrum, in *Bull. Soc. roy. de Belgique,* t. XXIV.

Renseignements historiques. Clef analytique des espèces, etc.

22. Costantin, 1886. Étude sur les feuilles des plantes aquatiques, in *Ann. sc. nat.,* 7e série, t. III.

Dans l'eau, il y a disparition des stomates et du tissu

palissadique, réduction des éléments fibreux et vasculaires, formation de lacunes, etc.

23. **Colomb**, 1886. Note sur l'ochrea des Polygonées, in *Bull. Soc. bot de France*, t. XXXIII, p. 506.

C'est un organe complexe formé de deux parties : l'une opposée à la feuille, qui est la gaine de cette feuille; l'autre placée à l'aisselle de la feuille et détachée du pétiole, c'est une ligule.

24. **Dufour**, 1887. Influence de la lumière sur la forme et la structure des feuilles, in *Ann. sc. nat.*, 7e série, t. V.

Au soleil, les feuilles prennent des dimensions plus considérables, les cellules épidermiques et les palissades sont plus grandes, les stomates plus nombreux, le sclérenchyme et le collenchyme sont plus développés. Il n'existe pas une intensité optimum inférieure à l'intensité de la lumière directe du soleil.

25. **Petit**, 1887. Le pétiole des Dicotylédones au point de vue de l'anatomie comparée et de la taxinomie. Thèse. Paris.

Étudie plus particulièrement le parcours des faisceaux; attache beaucoup d'importance à la coupe *initiale*, base du pétiole, et surtout à la coupe *caractéristique*, sommet du pétiole

Groupe les parcours en un petit nombre de types et constate que dans les plantes herbacées les faisceaux du pétiole sont isolés et soudés entre eux dans les plantes ligneuses.

26. **Colomb**, 1887. Recherches sur les stipules, in *Ann. sc. nat.*, 7e série, t. VI.

Propose de nommer stipule tout appendice inséré sur la tige et dont le système vasculaire est exclusivement formé de dérivations empruntées aux faisceaux foliaires. Beaucoup de renseignements sur stipule, ligule, gaine, ochrea.

27. **Vuillemin**, 1887. A propos d'une récente communication de M. Colomb, in *Bull. Soc. bot. de France*, t. XXXIV, p. 141.

L'ochrea n'est qu'un vestige de l'état primordial auquel s'est substituée la feuille actuelle puissamment développée et différenciée. C'est l'homologue de la gaine

des *Equisetum* et de la gaine en général. La ligule des Graminées peut avoir la même valeur que la partie axillaire de l'ochrea.

28. **Lesage**, 1889. Influence du bord de la mer sur la structure des feuilles, in *C. R. Acad. des sc.*, 29 juillet, n° 5, p. 204.

Il complète les renseignements fournis autrefois à ce sujet par Duval-Jouve en ce qui concerne l'épaisseur des feuilles, le tissu palissadique, les méats et la chlorophylle.

29. **Nihoul**, 1891. Contribution à l'étude anatomique des Renonculacées (*Ranunculus arvensis* L.), in *Mém. couronnés et mém. des sav. étr. publiés par l'Acad. roy. des sc. de Belgique*, t. LII.

30. **Sauvageau**, 1891. Sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques, in *Ann. sc. nat.*, 7e série, t. XIII.

Les caractères anatomiques des feuilles sont tantôt suffisants, tantôt insuffisants pour permettre la détermination spécifique. En général, les caractères spécifiques tirés de l'anatomie présentent des points communs pour toutes les plantes appartenant à un même genre; par contre, les caractères génériques de même ordre ne confirment pas le groupement des genres réalisé d'après les caractères tirés de la fleur.

Quelques particularités sur les diaphragmes, l'épiderme, le bois, les stomates, l'ouverture apicale de la nervure médiane, le courant d'eau qui parcourt la feuille.

Voir aussi C. Sauvageau, *Sur les feuilles des Butomées*, id., t. XVII, 1893.

31. **Van Tieghem**, 1891. Traité de botanique, deuxième édition. Paris, Masson.

32. **Vuillemin**, 1892. La subordination des caractères de la feuille dans le phylum des *Anthyllis*. Nancy, Berger-Levrault.

33. **Chatin**, 1893. Commence une série d'articles, terminée en 1898, sur la gradation des espèces végétales, in *C. R. Acad. des sc.*, t. CVI, n° 23, premier semestre et tomes suivants.

La théorie est basée sur la multiplicité des parties homologues, la variété des organes, leur localisation. Il

groupe les classes dans l'ordre de perfection croissante et justifie cet arrangement par des considérations anatomiques : le nombre de faisceaux à l'extrême base du pétiole est le critérium anatomique de perfection organique.

34. **Massart**, 1894. La récapitulation et l'innovation en embryologie végétale, in *Bull. Soc. roy. bot. de Belgique*, t. XXXIII.

A un point de vue spécial, l'auteur s'occupe de diverses formes de feuilles que l'on rencontre sur une même plante et de nombreux cas d'organogénie. Il passe rapidement sur les questions histologiques.

35. **Lenfant**, **Mansion** et **Sterckx**, 1897. Contribution à l'anatomie des Renonculacées : le genre *Delphinium*, le *Thalictrum flavum* L., la tribu des Clématidées, in *Archives de l'Institut bot. de l'Univ. de Liége*, vol. I.

36. **O. Spanjer**, 1898. Untersuchungen über die Wasserapparate der Gefässpflanzen. Inaugural-Dissertation. Marburg.

Travail d'anatomie avec nombreuses expériences physiologiques sur le tissu épithémial.

Voir la note (5) de la page 76 du présent Mémoire.

37. **Dassonville**, 1898. Influence des sels minéraux sur la forme et la structure des végétaux, in *Revue scient.* du 16 juillet.

Prouve que la composition chimique du sol a une influence appréciable sur la structure, comme la lumière, la chaleur, etc.

38. **Solereder**, 1898. Systematische Anatomie der Dicotyledonen.

Ranunculaceae : Caractères anatomiques de la famille tirés des faisceaux, des ponctuations, des vaisseaux, des stomates, des poils, des cristaux, etc.

Il signale aussi l'existence de palissades rameuses dans certains genres, les stomates aquifères et les glandes à matière visqueuse dans les dents des feuilles, la structure anormale de la tige dans les *Actaea*, etc.

39. **Gravis**, 1898. Recherches anatomiques et physiologiques sur le *Tradescantia virginica* L., in *Mém. couronnés et mém. des sav. étr. publiés par l'Acad. roy. de Belgique*, t. LVII.



PLANCHES.

EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

Adonis autumnalis L.

Fig. 1 et 2. — Feuille végétative la plus complète. Pétiole long, remplacé par pointillé, p. 14.

Fig. 3. — Pétiole de la même avec cavité centrale, p. 15.

Fig. 4. — (Schéma.) Extrémité d'un segment (bords en pointillé), p. 15.

Fig. 5. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 15.

Fig. 6. — Section du limbe, p. 16.

Fig. 7. — Épiderme interne (face supérieure), p. 17.

Fig. 8. — Épiderme externe (face inférieure), p. 17.

Fig. 9 et 10. — Feuille de la série régressive, p. 18.

Adonis volgensis Stev.

Fig. 11 et 12. — Feuille végétative la plus complète, p. 19.

Fig. 13. — Section du limbe, p. 20.

Fig. 14. — Épiderme interne, p. 20.

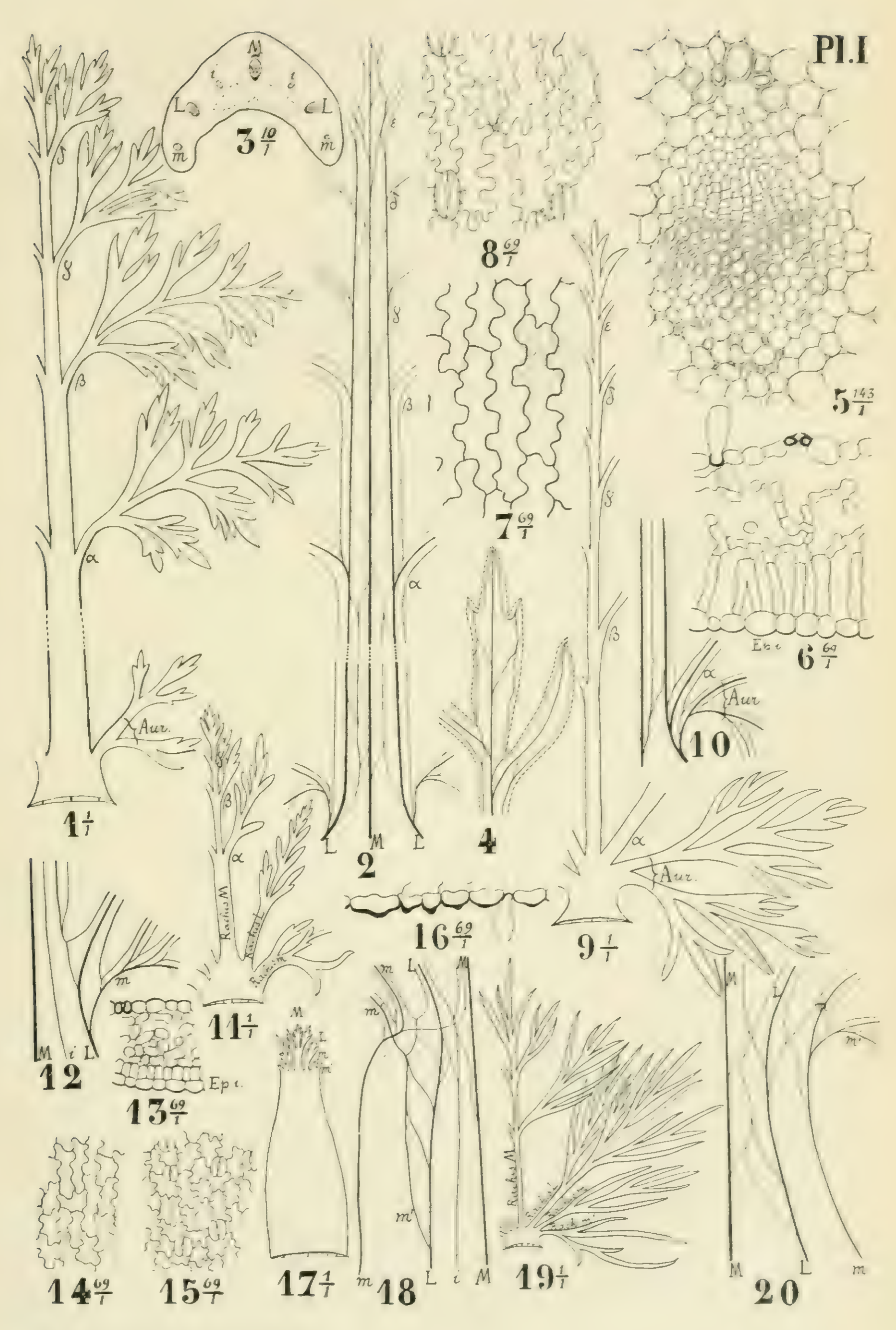
Fig. 15. — Épiderme externe, p. 20.

Fig. 16. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 20.

Fig. 17 et 18. — Feuille de la région inférieure de la tige, p. 20.

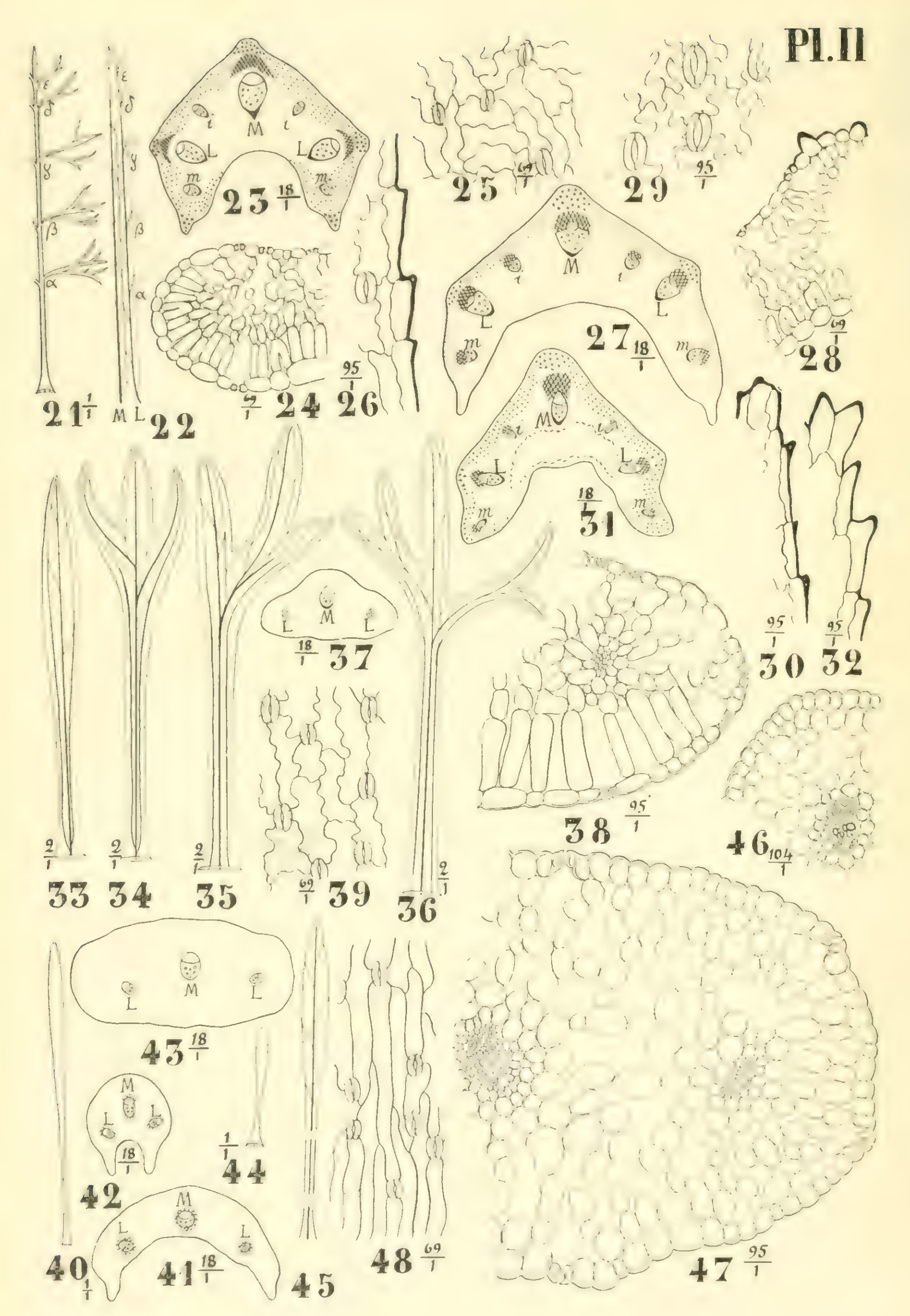
Adonis vernalis L.

Fig. 19 et 20. — Feuille végétative la plus complète, p. 20.



Dr JULES GOFFART ad nat. del

ADONIS AUTUMNALIS L. Fig. 1-10.
— VOLGENSIS Stev. Fig. 11-18.
— VERNALIS L. Fig. 19-20.



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

GARIDELLA NIGELLASTRUM L. Fig. 21-26.
NIGELLA DAMASCENA L. Fig. 27-30; N. HISPANICA L. Fig. 31-32.
CERATOCEPHALUS FALCATUS L. Fig. 33-39.
MYOSURUS MINIMUS L. Fig. 40-48.

EXPLICATION DE LA PLANCHE II.

Garidella Nigellastrum L.

Fig. 21 et 22. — Feuille végétative la plus complète, p. 22.

Fig. 23. — Milieu du pétiole, p. 22.

Fig. 24. — Section d'une partie du limbe, p. 22.

Fig. 25. — Épiderme interne, p. 22.

Fig. 26. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 22.

Nigella Damascena L.

Fig. 27. — Milieu du pétiole, p. 23.

Fig. 28. — Section d'une partie du limbe, p. 23.

Fig. 29. — Épiderme externe, p. 23.

Fig. 30. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 23.

Nigella hispanica.

Fig. 31. — Milieu du pétiole, p. 23.

Fig 32. — Cellules épidermiques des bords du limbe, vues de face, p. 23.

Ceratocephalus falcatus L.

Fig. 33, 34, 35, 36. — Feuilles végétatives complètes, p. 24.

Fig. 37. — Milieu du pétiole, p 24.

Fig. 38. — Section d'une partie du limbe, p. 24.

Fig. 39. — Épiderme interne, p. 24.

Myosurus minimus L.

Fig. 40. — Feuille végétative la plus complète, p. 25.

Fig. 41. — Section dans la gaine, p. 25.

Fig. 42. — Section dans le pétiole, p. 25.

Fig. 43. — Section dans le limbe, p. 25.

Fig. 44. — Une des feuilles végétatives inférieures, p. 25.

Fig. 45. — (Schéma.) Parcours dans la feuille de la fig. 40, p. 25.

Fig. 46. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 25.

Fig. 47. — Section du limbe montrant les faisceaux M et L, p. 25.

Fig. 48. — Épiderme interne, p. 25.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Anemone nemorosa L.

Fig. 49. — Extrémité d'un rhizome fertile, jeune hampe en pointillé, p. 26.

Fig. 50, 51, 52, 53, 54. — États successifs de la feuille végétative, p. 27.

Fig. 55, 56. — Gaine de face et limbe de la même, adultes, p. 28.

Fig. 57. — Parcours schématique, faisceaux centraux non figurés, p. 28.

Fig. 58, 59, 60. — Le bas, le milieu, le sommet du pétiole, p. 29.

Fig. 61, 62. — Coupes au-dessous et au-dessus de la voûte anastomotique, p. 29.

Fig. 63. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 30.

Fig. 64. — Un des faisceaux centraux, p. 30.

Fig. 65, 66. — Le limbe et l'épiderme externe, p. 31.

Fig. 67. — Deux cellules ramifiées du parenchyme spongieux, p. 31.

Fig. 68. — Base d'un poil cylindrique sur une nervure, p. 31.

Fig. 69. — Poils des bords du limbe, p. 32.

Fig. 70. — Base d'insertion de l'involucre adulte, p. 32.

Fig. 71. — La même dans le bourgeon, jeune, p. 33.

Fig. 72. — L'étui ou gaine involucrale et la hampe florale, p. 33.

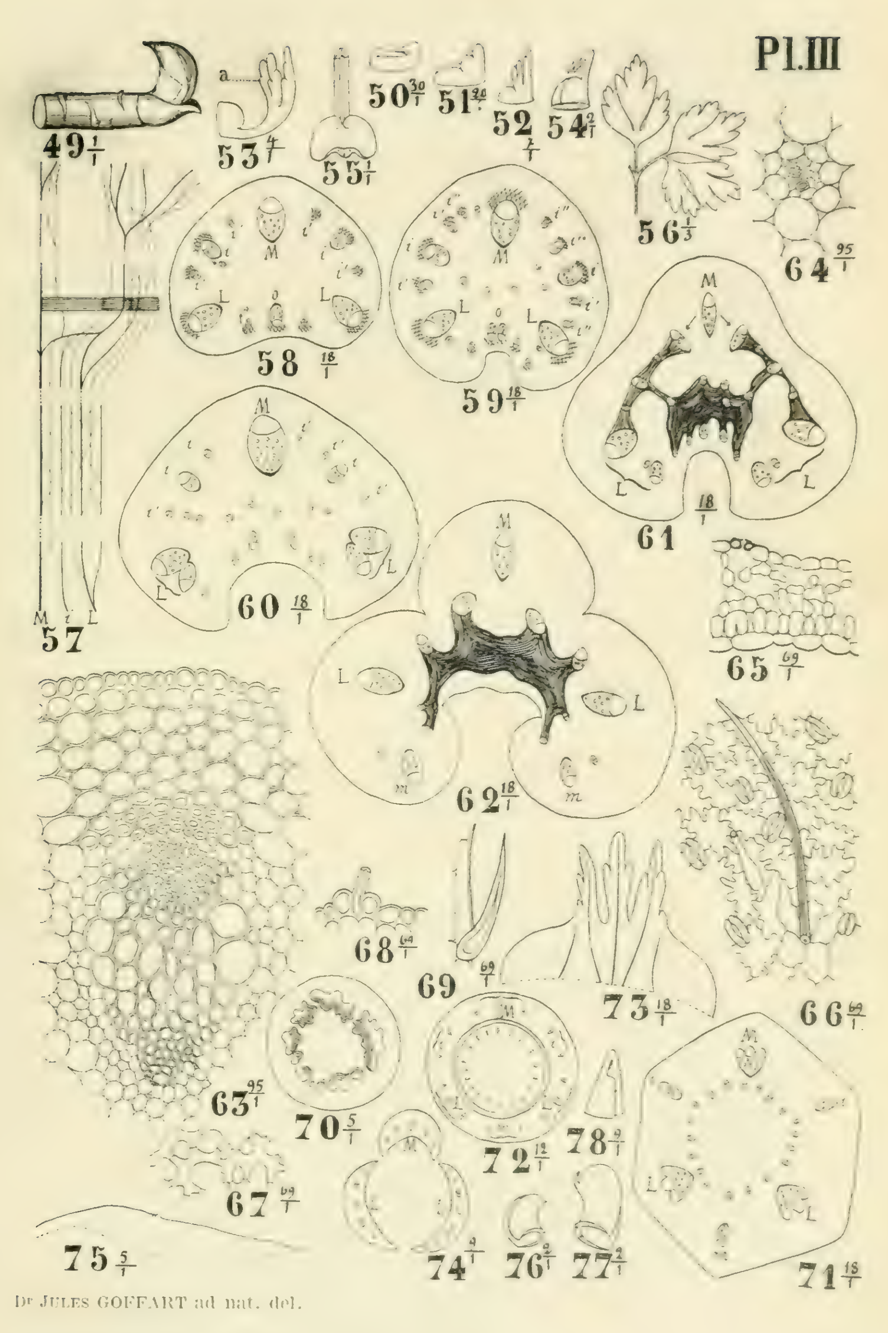
Fig. 73. — Le segment médian, jeune, de la bractée involucrale, p. 33.

Fig. 74. — Base des trois rachis de la bractée adulte, p. 33.

Fig. 75. — Une feuille souterraine adulte, détachée du rhizome, p. 35.

Fig. 76, 77. — Feuille pérulaire inférieure et feuille pérulaire supérieure, p. 36.

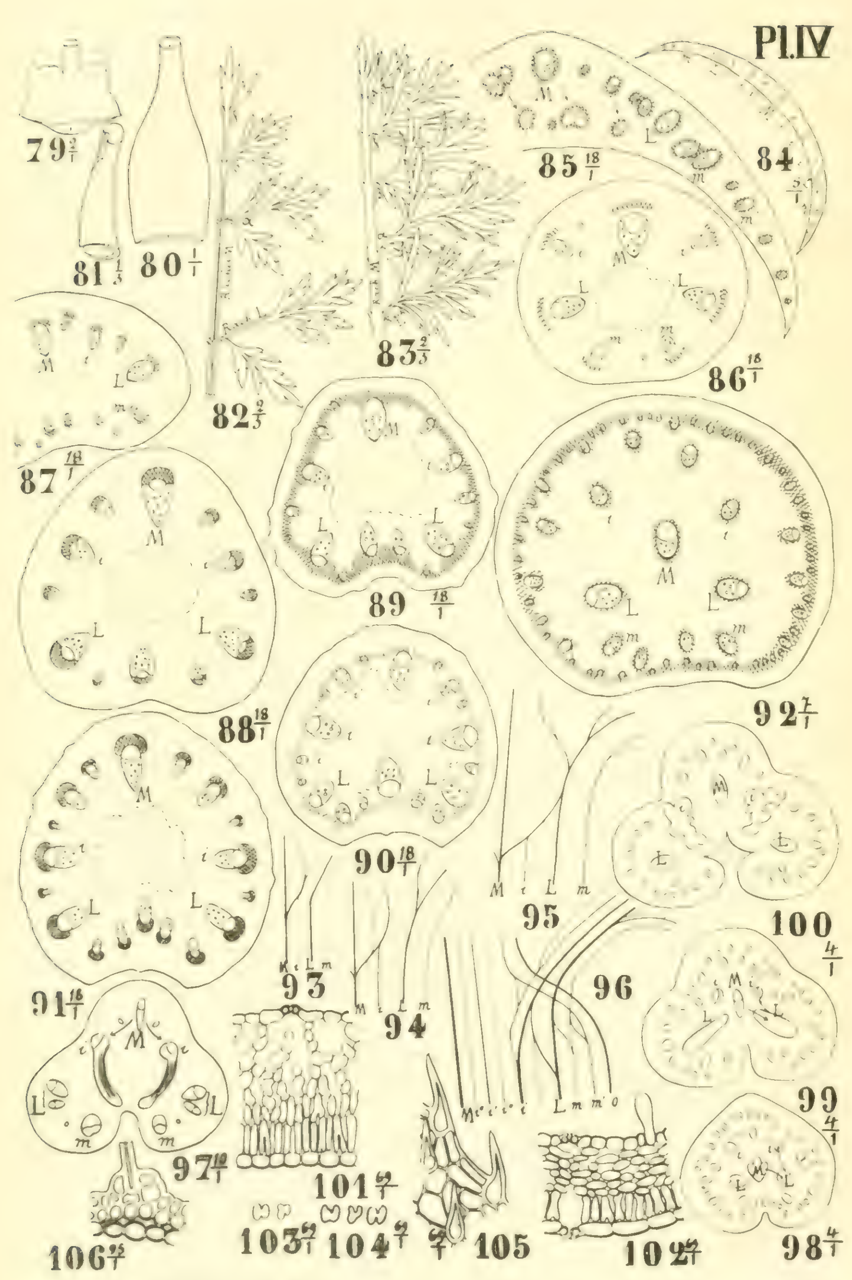
Fig. 78. — La préfeuille de face, p. 36.



Dr Jules Goffart ad nat. del.

ANEMONE NEMOROSA L. Fig. 49-78.

Pl. IV



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

ANEMONE. Fig. 79-106.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IV.

Genre Anemone.

Fig. 79. — *A. hortensis* L. Gaine de la feuille adulte, p. 37.
Fig. 80. — *A. sylvestris* L. id.
Fig. 81. — *A. japonica* S. et T. id.
Fig. 82. — *A. Pulsatilla* L. Limbe adulte, p. 37.
Fig. 83. — *A. pratensis* L. Limbe adulte, p. 37.
Fig. 84. — *A. Pulsatilla* L. Gaine adulte au-dessus de l'insertion, p. 38.
Fig. 85 — *A. Pulsatilla* L. Niveau quelque peu supérieur au précédent, p. 38.
Fig. 86. — *A. hortensis* L. Milieu du pétiole, p. 38.
Fig. 87. — *A. coronaria* L. id.
Fig. 88. — *A. virginiana* L. id.
Fig. 89. — *A. sylvestris* L. id.
Fig. 90. — *A. Pulsatilla* L. id.
Fig. 91. — *A. pratensis* L. id.
Fig. 92. — *A. japonica* S. et L. id.
Fig. 93. — *A. hortensis* L. (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 38.
Fig. 94. — *A. sylvestris* L. id.
Fig. 95. — *A. coronaria* L. id.
Fig. 96. — *A. Pulsatilla* L. id. p. 39.
Fig. 97. — *A. virginiana* L. Coupe dans la base du limbe, p. 38.
Fig. 98. — *A. japonica* S. et L. Trois coupes dans la base du limbe, p. 39.
Fig. 99. — *Id.* id.
Fig. 100. — *Id.* id.
Fig. 101. — *Id.* Section dans le limbe, p. 40.
Fig. 102. — *A. Pulsatilla* L. Section dans le limbe, p. 40.
Fig. 103. — *A. coronaria* L. Deux cellules palissadiques, p. 40.
Fig. 104. — *A. hortensis* L. Trois cellules palissadiques, p. 40.
Fig. 105. — *A. hortensis* L. Poils coniques des bords du limbe, p. 41.
Fig. 106. — *A. virginiana* L. Coupe dans la base d'un poil cylindrique, p. 41.

EXPLICATION DE LA PLANCHE V.

Hepatica triloba Chaix.

Fig. 107. — Milieu du pétiole, p. 45.
Fig. 108. — Section dans le limbe, p. 45.

Eranthis hyemalis Salisb.

Fig. 109. — Milieu du pétiole, p. 46.
Fig. 110. — Schéma du parcours, base du limbe, p. 46.
Fig. 111. — Section dans le limbe, p. 46.

Aquilegia vulgaris L.

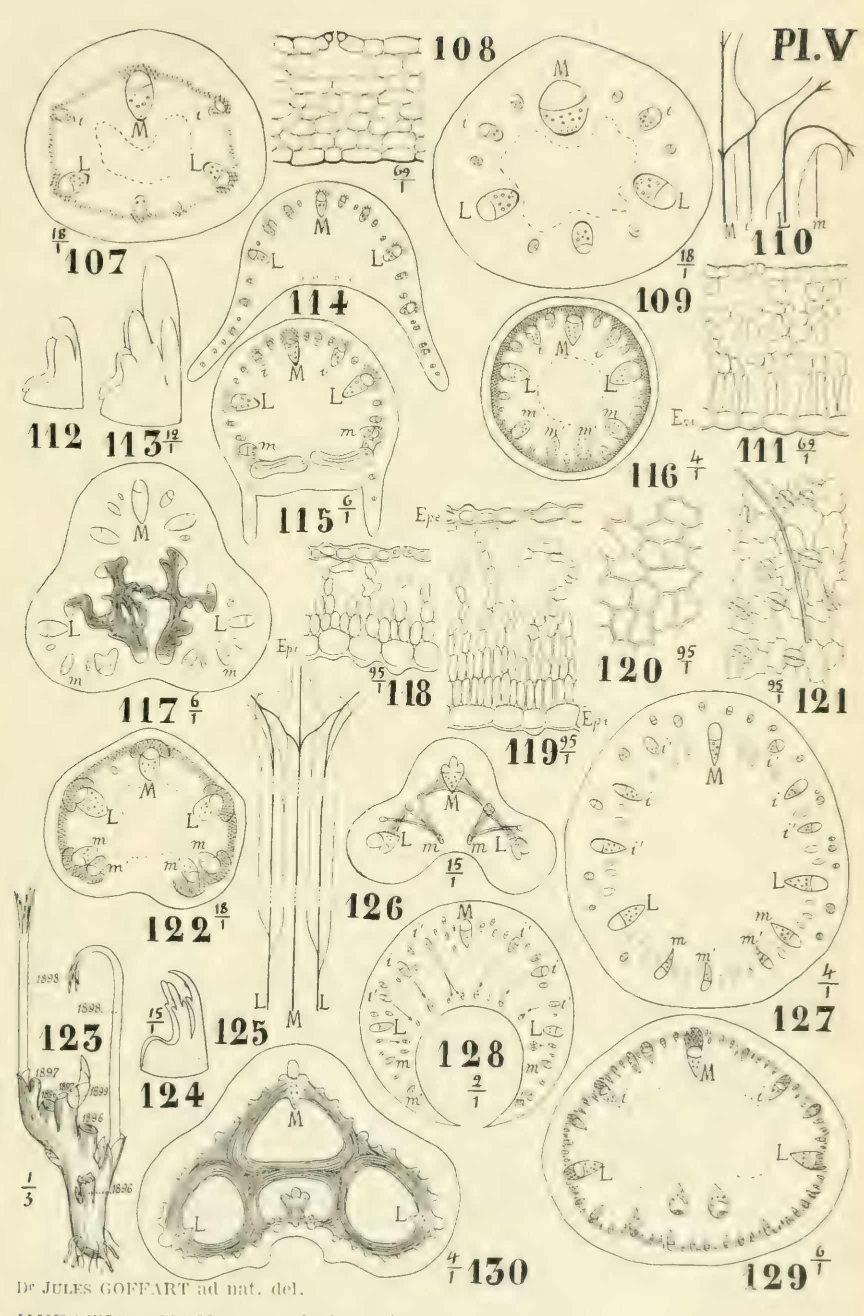
Fig. 112-113. — Deux stades jeunes de la feuille végétative, p. 46.
Fig. 114. — Coupe vers le milieu de la gaine, p. 47.
Fig. 115. — Coupe dans le haut de la gaine, p. 47.
Fig. 116. — Milieu du pétiole, p. 47.
Fig. 117. — Base du limbe avec voûte anastomotique, p. 47.
Fig. 118. — Section dans le limbe : individu spontané, p. 48.
Fig. 119. — Section dans le limbe : individu cultivé, p. 48.
Fig. 120. — Épiderme interne, p. 48.
Fig. 121. — Épiderme externe, p. 48.

Aquilegia alpina L.

Fig. 122. — Coupe dans le bas du pétiole, p. 49.

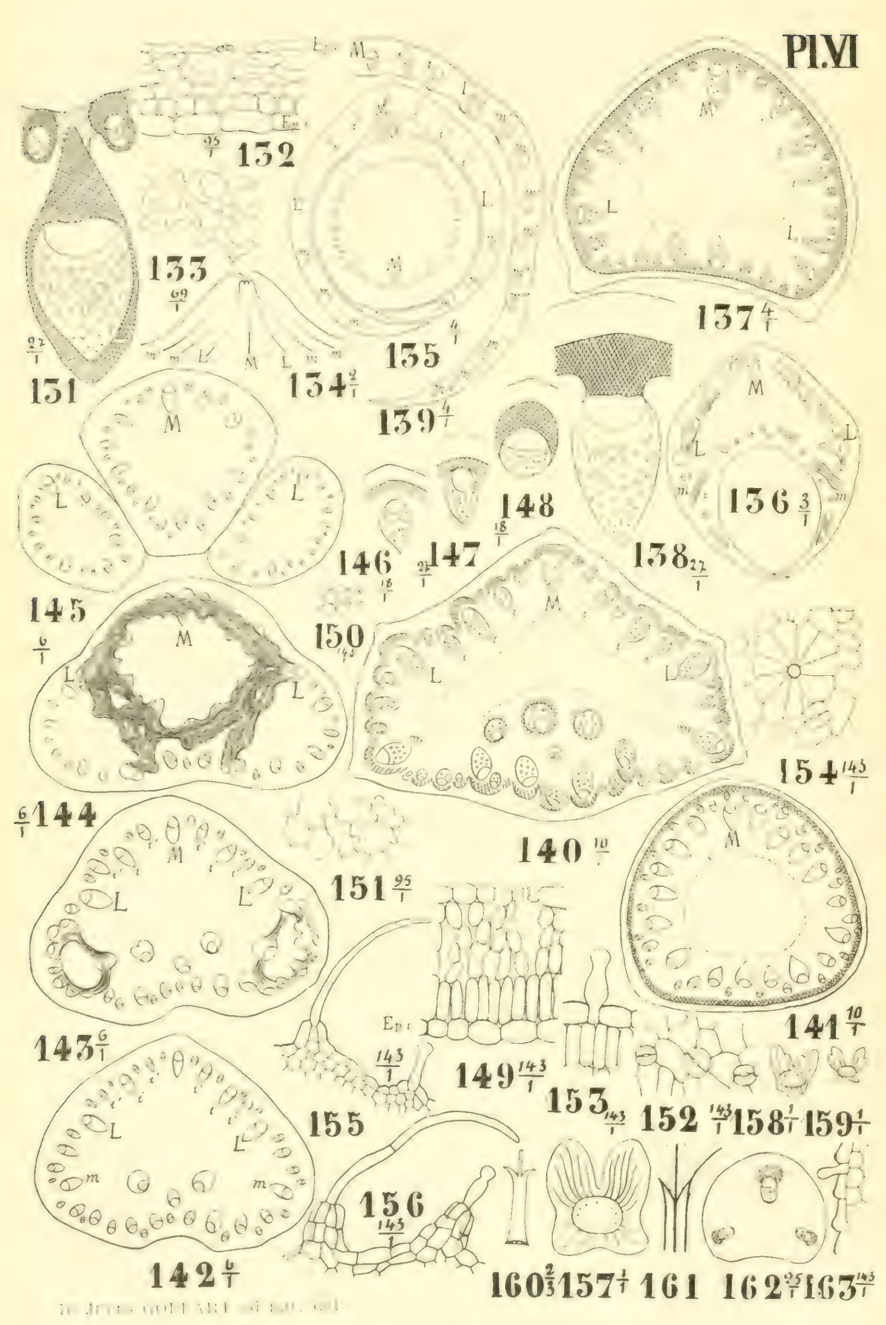
Actaea spicata L.

Fig. 123. — Souche du printemps de 1898, p. 49.
Fig. 124. — Un stade jeune de la feuille végétative, p. 50.
Fig. 125. — (Schéma.) Parcours dans la *fe* 1 d'une plantule, p. 50.
Fig. 126. — Base du limbe de la même, p. 50.
Fig. 127. — La tige sous l'insertion de la feuille végétative, p. 50.
Fig. 128. — Région inférieure de la gaine, p. 50.
Fig. 129. — Milieu du pétiole, p. 51.
Fig. 130. — Base du limbe, p. 51.



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

HEPATICA TRILOBA Chaix. Fig. 107-108.
ERANTHIS HIEMALIS Salisb. Fig. 109-111.
AQUILEGIA VULGARIS L. Fig. 112-121; A. ALPINA L. Fig. 122.
ACTAEA SPICATA L. Fig. 123-130.



ACTAEA SPICATA L. (suite). Fig. 131-135.
CIMICIFUGA FŒTIDA L. Fig. 136-138.
THALICTRUM. Fig. 139-159.
ISOPYRUM FUMARIOIDES L. Fig. 160-163.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VI.

Actaea spicata L. (suite).

Fig. 131. — Le faisceau M au milieu du pétiole, p. 51.
Fig. 132. — Section dans le limbe, p. 51.
Fig. 133. — Quelques cellules du mésophylle spongieux, p. 51.
Fig. 134. — Une feuille pérulaire étalée, p. 52.
Fig. 135. — La feuille pérulaire, son bourgeon avec préfeuille, p. 52.

Cimicifuga fœtida L.

Fig. 136. — Région supérieure de la gaine, p. 53.
Fig. 137. — Milieu du pétiole, p. 53.
Fig. 138. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 53.

Genre Thalictrum.

Fig. 139. — *Th. glaucum* Desf. Base de la gaine, p. 54.
Fig. 140. — *Th. glaucum*. Milieu du pétiole, p. 55.
Fig. 141. — *Th. aquilegifolium* L. Milieu du pétiole, p. 55.
Fig 142 à 145. — *Th. glaucum* Desf. Coupes successives dans la base du limbe, p. 55.
Fig. 146. — *Th. aquilegifolium* L Faisceau M au milieu du pétiole, p. 55.
Fig. 147. — *Th minus* L. Id. id. p. 55.
Fig. 148. — *Th. calabricum* Spr. Faisceau M dans le bas de la gaine, p. 56.
Fig. 149. — *Id.* Section dans le limbe, p. 56.
Fig. 150. — *Th. angustifolium* Jacq. Mésophylle spongieux vu de face, p 57.
Fig. 151. — *Th. glaucum* Desf. Épiderme interne, p. 57.
Fig. 152. — *Id.* Epiderme externe, p. 57.
Fig. 153. — *Th. minus* L Un poil du limbe, p. 57.
Fig. 154. — *Id.* Épiderme externe ; rosace de cellules circumpilaires, p. 58.
Fig. 155. — *Th. fœtidum* L. Poil, épiderme externe, sur jeune feuille, p. 58.
Fig. 156. — *Id.* Poil, épiderme externe, sur feuille adulte, p. 58.
Fig. 157. — *Th. aquilegifolium* L. Projection, sur section transversale du pétiole, des stipelles de la base des trois rachis primaires, p. 58.
Fig. 158. — *Th. aquilegifolium* L. Projection des stipelles de la base des rachis secondaires, p. 58.
Fig 159. — *Th. aquilegifolium* L. Projection des stipelles de la base des rachis tertiaires, p. 58.

Isopyrum fumarioides L.

Fig. 160. — Gaine adulte, p. 59.
Fig. 161. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 59.
Fig. 162. — Milieu du pétiole, p. 59.
Fig. 163. — Poil au bord du limbe d'une feuille de plantule, p. 59.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VII.

Trollius europaeus L.

Fig. 164. — Une pousse d'automne insérée sur une pousse-mère décomposée; elle fleurira au printemps suivant; elle porte des cicatrices des feuilles végétatives de l'été et trois feuilles pérulaires dont l'inférieure a été enlevée; le bourgeon axillaire de celle-ci est en *a*, p. 60.

Fig. 165. — La même dont on a enlevé trois feuilles pérulaires, montrant la jeune tige florifère terminale et le bourgeon axillaire *a'* de la feuille pérulaire supérieure, p. 60

Fig. 166, 167, 168, 169, 170. — Stades successifs de la feuille végétative, p. 61.

Fig. 171. — Gaine de la feuille adulte, p. 61.

Fig. 172. — Limbe de la feuille adulte, p. 61.

Fig. 173. — Coupe dans la gaine, p. 62.

Fig. 174. — Milieu du pétiole, p. 62.

Fig. 175. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 62.

Fig. 176. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 62.

Fig. 177. — Cellules du liber d'un pétiole conservé dans l'alcool absolu pendant trois jours; coupe observée dans l'alcool; cinq cellules annexes, p. 62.

Fig. 178. — Action d'une petite quantité d'eau sur la coupe précédente; trois cellules annexes, p. 62.

Fig. 179. — Action de la potasse sur la coupe (fig. 178); quatre cellules annexes, p. 62.

Fig. 180. — Le faisceau M dans la gaine, p. 63.

Fig. 181. — Section dans le limbe, p. 63.

Fig. 182. — Épiderme interne, p. 64.

Fig. 183. — Épiderme externe, p. 64.

Fig. 184. — Poil sur la gaine, face externe, p. 64.

Fig. 185. — Gaine adulte de la feuille végétative aérienne; p. 64.

Fig. 186. — Une des bractées supérieures, p. 64.

Fig. 187. — Une des feuilles pérulaires inférieures, p. 64.

Fig. 188. — Base d'un bourgeon, p. 65.

Genre Aconitum.

Fig. 189. — *A. Napellus.* Souche en novembre; à gauche, cicatrice de la région d'attache avec la pousse-mère, p. 65.

Fig. 190. — *A. Napellus.* La même montrant la feuille pérulaire supérieure, p. 65.

Fig. 191. — *A. Napellus.* La même après avoir enlevé toute la pérule, p. 65.

Fig. 192. — *Id.* La même développée en avril; quatre feuilles végétatives sont adultes; les trois supérieures ne sont pas encore étalées; le bourgeon de remplacement est en voie de développement, p. 65.

Fig. 193. — *A. Napellus.* Stade jeune de la feuille végétative, p. 66.

Fig. 194. — *Id.* Gaine de la même, p. 66.

Fig. 195. — *Id.* Gaine d'une feuille inférieure de la pousse, p. 66.

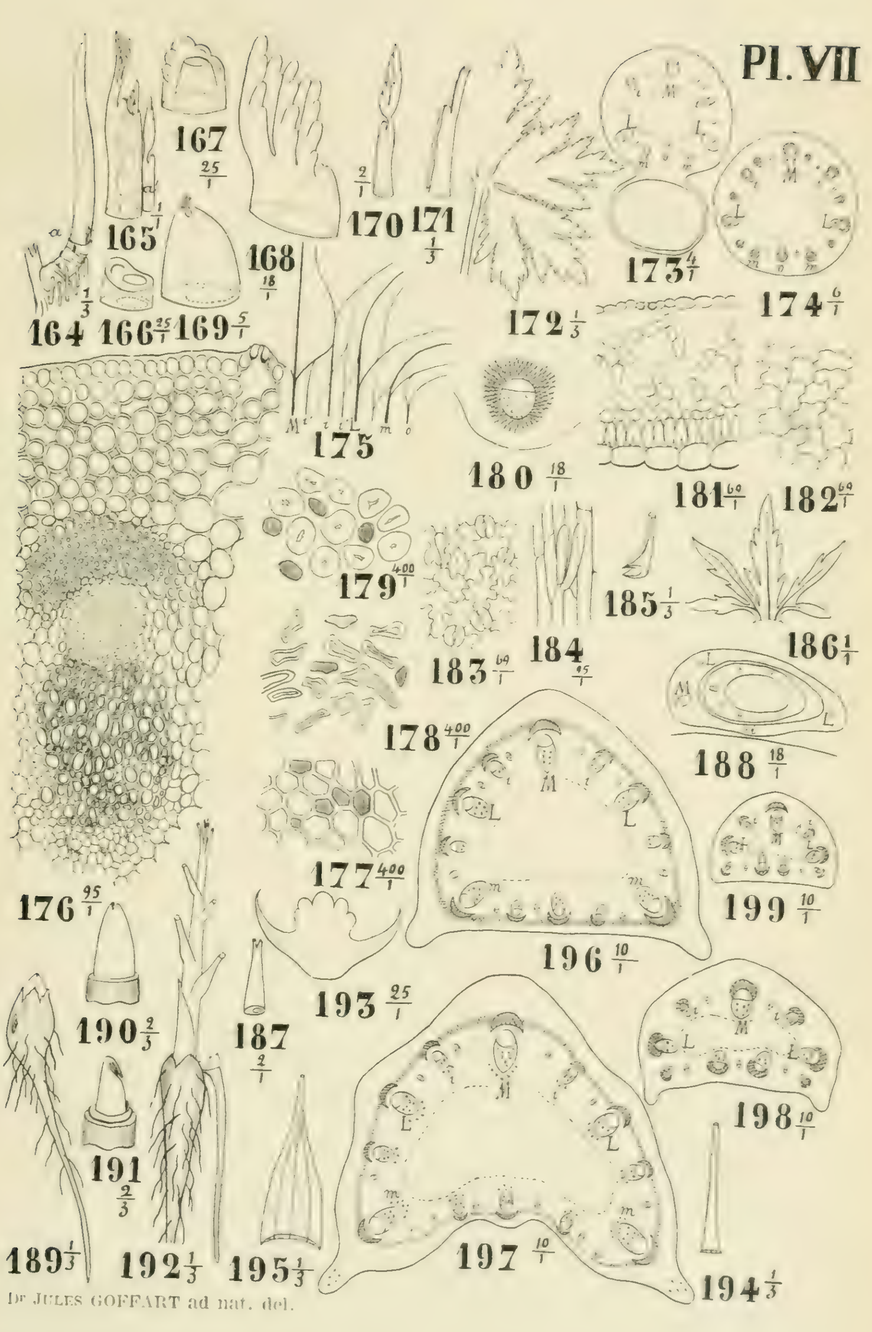
Fig. 196. — *A. Anthora* L. Milieu du pétiole, p. 67.

Fig. 197. — *A. Lycoctonum* L. Id.

Fig. 198. — *A. Napellus* L. Id.

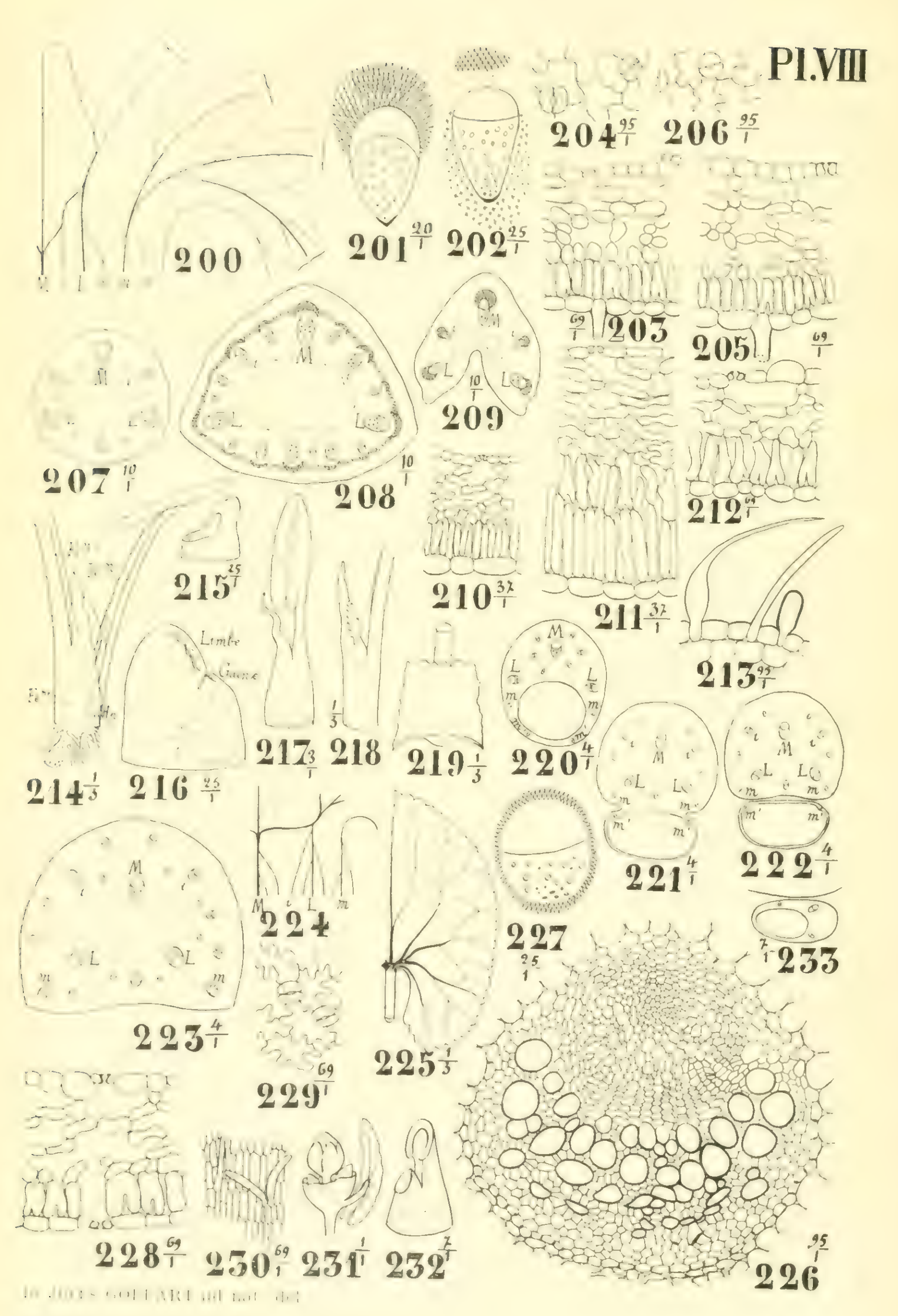
Fig. 199. — *A. variegatum* L. Id.

Pl. VII



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

TROLLIUS EUROPAEUS L. Fig. 164-188.
ACONITUM. Fig. 189-199.



ACONITUM (suite). Fig. 200-206.
DELPHINIUM. Fig. 207-213.
CALTHA PALUSTRIS L. Fig. 214-233.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII.

Genre Aconitum (suite).

Fig. 200. — *A. Anthora.* (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 67.

Fig. 201. — *A. Napellus.* Faisceau M dans le bas de la gaine, p. 68.

Fig. 202. — *A. lycoctonum.* Faisceau M dans le bas de la gaine, p. 68.

Fig. 203 et 204. — *A. lycoctonum.* Section dans le limbe et épiderme externe, p. 68.

Fig. 205 et 206. — *A. Anthora.* Section dans le limbe et épiderme externe, p. 68.

Genre Delphinium.

Fig. 207. — *D. nudicaule.* Milieu du pétiole, p. 69.

Fig. 208. — *D. elatum.* Id. p. 69.

Fig. 209. — *D. Ajacis.* Id. p. 69.

Fig. 210. — *D. nudicaule* (d'Édimbourg). Section dans le limbe, p. 70.

Fig. 211. — *D. nudicaule* (de Naples). Section dans le limbe, p. 70.

Fig. 212. — *D. elatum,* p. 70.

Fig. 213. — *D. Staphysagria.* Les trois formes de poils sur la gaine, p. 70.

Caltha palustris.

Fig. 214. — (Figure demi-schématique.) Une pousse en août. Dans la gaine déchirée de *fe n* — 1, à gauche, son bourgeon axillaire bien développé. Dans le bas, la région d'attache du court rhizome, sur la pousse-mère, p. 72.

Fig. 215 et 216. — Deux stades jeunes de la feuille végétative, p. 72.

Fig. 217. — La même dont la gaine est adulte et le limbe involuté, p. 73.

Fig. 218. — Gaine adulte perforée de la même, p. 73.

Fig. 219. — La même étalée, p. 73.

Fig. 220. — Gaine vers le bas; coupe prise dans un bourgeon, p. 74.

Fig. 221. — Gaine, niveau plus élevé, p. 74.

Fig. 222. — Gaine, niveau plus élevé, p. 74.

Fig. 223. — Milieu d'un pétiole adulte, p. 74.

Fig. 224. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 74.

Fig. 225. — Parcours dans le limbe, p. 74.

Fig. 226. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 73.

Fig. 227. — Faisceau dans la gaine, p. 75.

Fig. 228. — Section dans le limbe, p. 75.

Fig. 229. — Épiderme externe, p. 75.

Fig. 230. — Épiderme de la gaine jeune, avec poils, p. 75.

Fig. 231. — Jeune hampe en septembre, avec sa bractée inférieure et trois boutons à fleur, p. 76.

Fig. 232. — La préfeuille, p. 77.

Fig. 233. — Base de la préfeuille, p. 77.

EXPLICATION DE LA PLANCHE IX.

Ficaria ranunculoides Mönch.

Fig. 234. — Milieu du pétiole, p. 77.

Fig. 235. — Section dans le limbe, p. 78.

Oxygraphis Cymbalariae Prantl.

Fig. 236. — Milieu du pétiole, p. 78.

Fig. 237. — Section dans le limbe, p. 78.

Helleborus fœtidus L.

Fig. 238. — Bourgeon terminal en septembre après avoir détaché les feuilles végétatives supérieures, p. 79.

Fig. 239 et 240. — Deux stades de la feuille végétative, p. 80.

Fig. 241. — Préfoliaison des segments du limbe, p. 80.

Fig. 242. — Milieu du pétiole, p. 80.

Fig. 243. — Parcours à la base du limbe, p. 80.

Fig. 244. — La fe_1 d'une plantule, p. 81.

Fig. 245. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 81.

Fig. 246. — Le même dans la gaine, p. 81.

Fig. 247. — Section dans le limbe, p. 81.

Fig. 248. — Quelques cellules du parenchyme spongieux, p. 81.

Fig. 249. — Épiderme interne, p. 82.

Fig. 250. — Épiderme externe avec souche de poil tombé, p. 82.

Fig. 251. — Un poil, p. 82.

Fig. 252. — Une des bractées inférieures, p. 82.

Fig. 253. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe de la même, p. 82.

Fig. 254 et 255. — Autre bractée en place et étalée, p. 82.

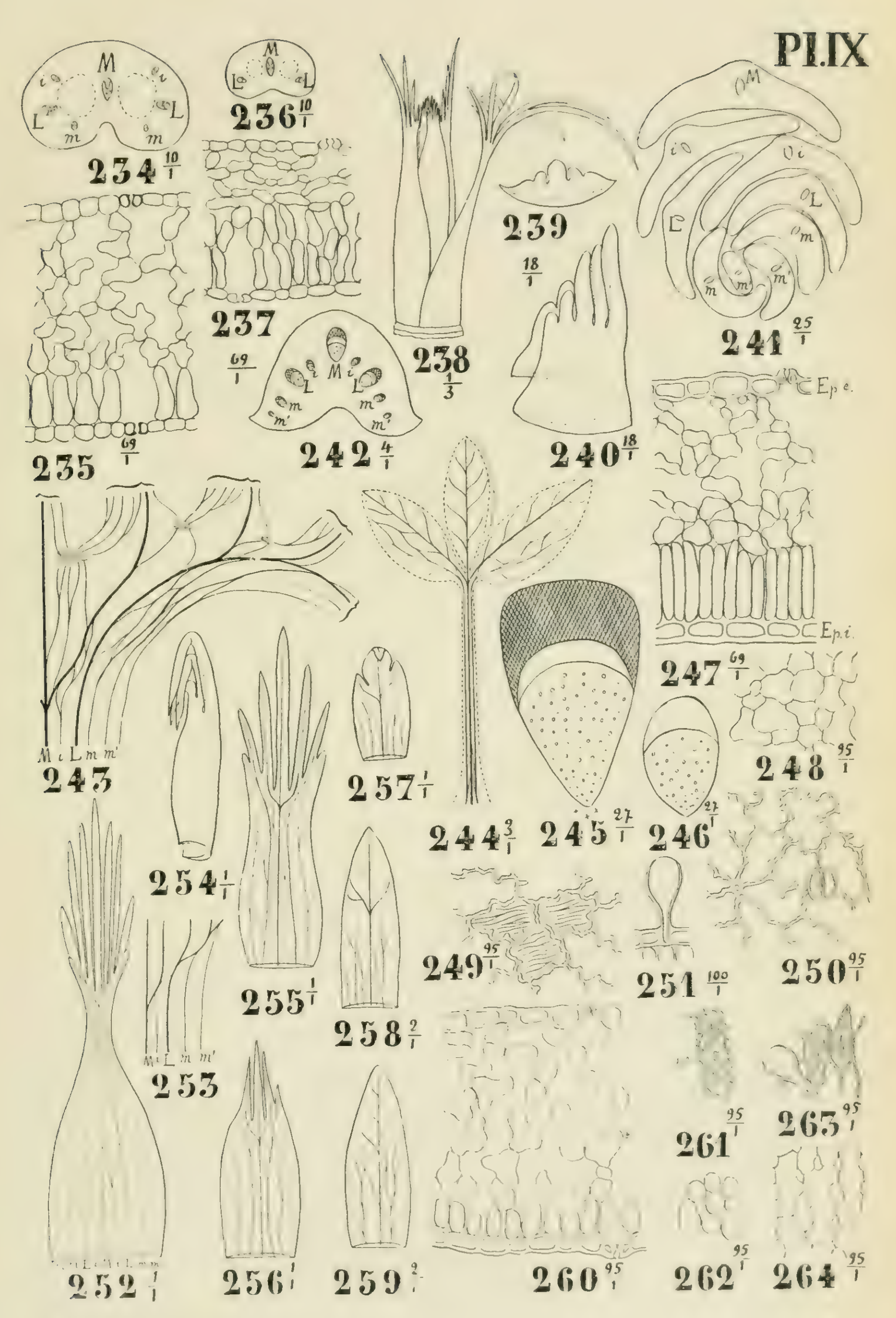
Fig. 256 et 257. — Deux bractées de la région moyenne, p. 82.

Fig. 258 et 259. — Deux bractées de la région supérieure, p. 82.

Fig. 260. — Section dans la bractée, figure 259, p. 83.

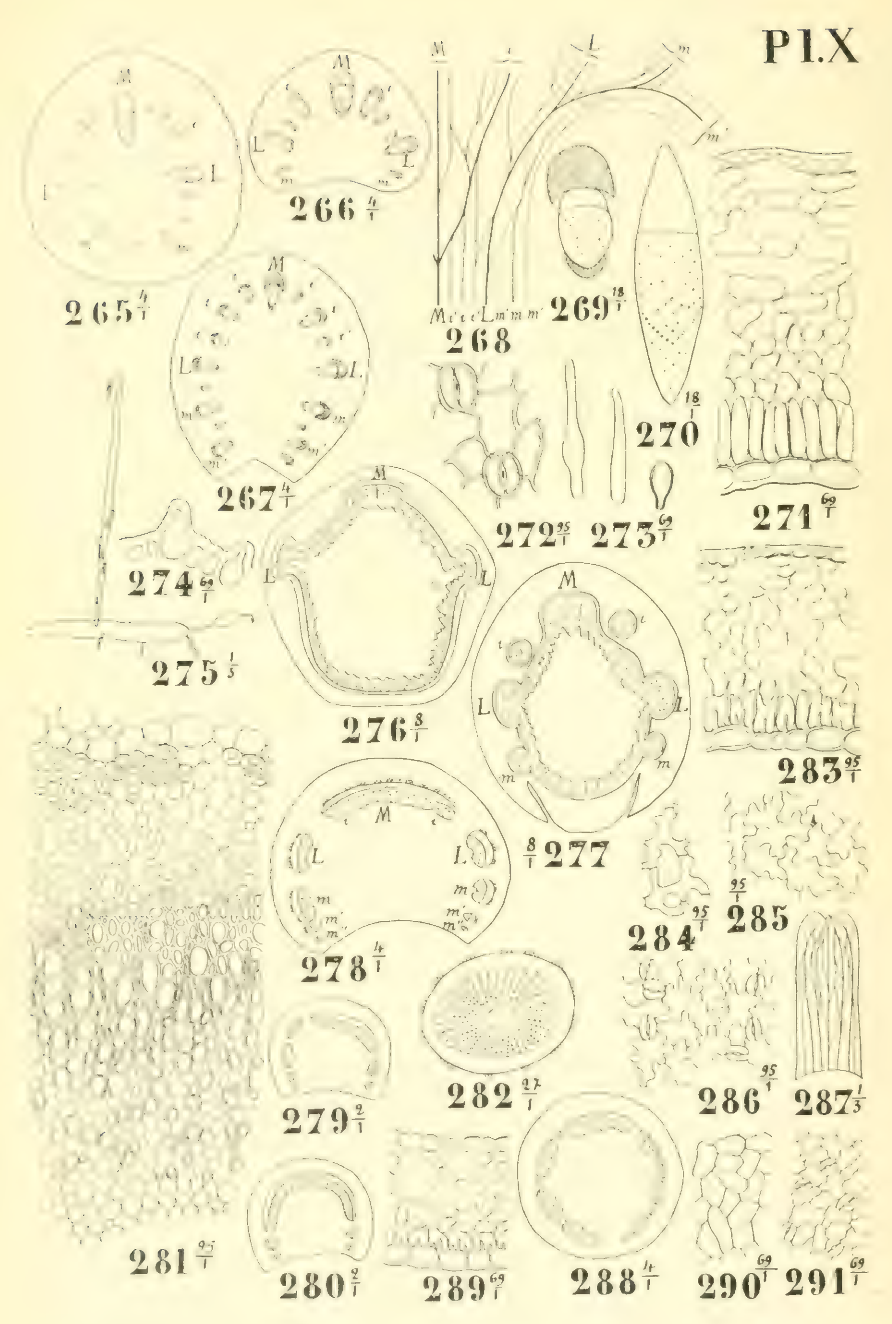
Fig. 261 et 262. — Épiderme interne de la même et l'assise sous-jacente, p. 83.

Fig. 263 et 264. — Épiderme externe de la même et l'assise sous-jacente, p. 83.



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

FICARIA RANUNCULOIDES Mönch. Figs 234-237.
HELLEBORUS FŒTIDUS L. 238-264.



Dr JULES GOFFART ad nat. del.

HELLEBORUS. Fig. 265-274.
PAEONIA OFFICINALIS Retz. Fig. 275-287.
PAEONIA, espèces diverses. Fig. 288-291.

EXPLICATION DE LA PLANCHE X.

Genre Helleborus.

Fig. 265. — *H. niger*. Milieu du pétiole, p. 84.
Fig. 266. — *H. lividus*. Milieu du pétiole, p. 84.
Fig. 267. — *H. viridis*. Milieu du pétiole, p. 84.
Fig. 268. — *H. viridis*. (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 84.
Fig. 269. — *H. colchicus*. Le faisceau M au milieu du pétiole, p. 84.
Fig. 270. — *H. niger*. Le faisceau M au milieu du pétiole, p. 85.
Fig. 271. — *H. niger*. Section dans le limbe, p. 85.
Fig. 272. — *H. lividus*. Épiderme externe, p. 85.
Fig. 273. — *H. purpurascens*. Formes de poils, p. 85.
Fig. 274. — *H. niger*. Cellules épidermiques des nervures principales, face externe, p. 86.

Paeonia officinalis L.

Fig. 275. — Racine traçante, tubérisée par places, portant une jeune pousse, p. 88.
Fig. 276. — Entrenœud à 3 centimètres sous l'insertion de la feuille végétative la plus complète, p. 89.
Fig. 277. — Base d'insertion de la même, p. 89.
Fig. 278. — Milieu du pétiole, p. 89.
Fig. 279. — Autre niveau dans le même pétiole, p. 89.
Fig. 280. — Sommet du même, p. 89.
Fig. 281. — Portion du faisceau M au milieu du pétiole, p. 90.
Fig. 282. — Un massif libéro-ligneux concentrique, à la base de la gaine, p. 90.
Fig. 283. — Section dans le limbe, p. 90.
Fig. 284. — Deux cellules du parenchyme spongieux, p. 90.
Fig. 285. — Épiderme interne, p. 90.
Fig. 286. — Épiderme externe, p. 90.
Fig. 287. — Une feuille pérulaire supérieure (aérienne), p. 91.

Genre Paeonia.

Fig. 288. — *P. Moutan*. Milieu du pétiole, p. 92.
Fig. 289. — *Id.* Section dans le limbe, p. 92.
Fig. 290. — *Id.* Épiderme interne, p. 92.
Fig. 291. — *Id.* Épiderme externe, p. 92.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XI.

Clematis Flammula L.

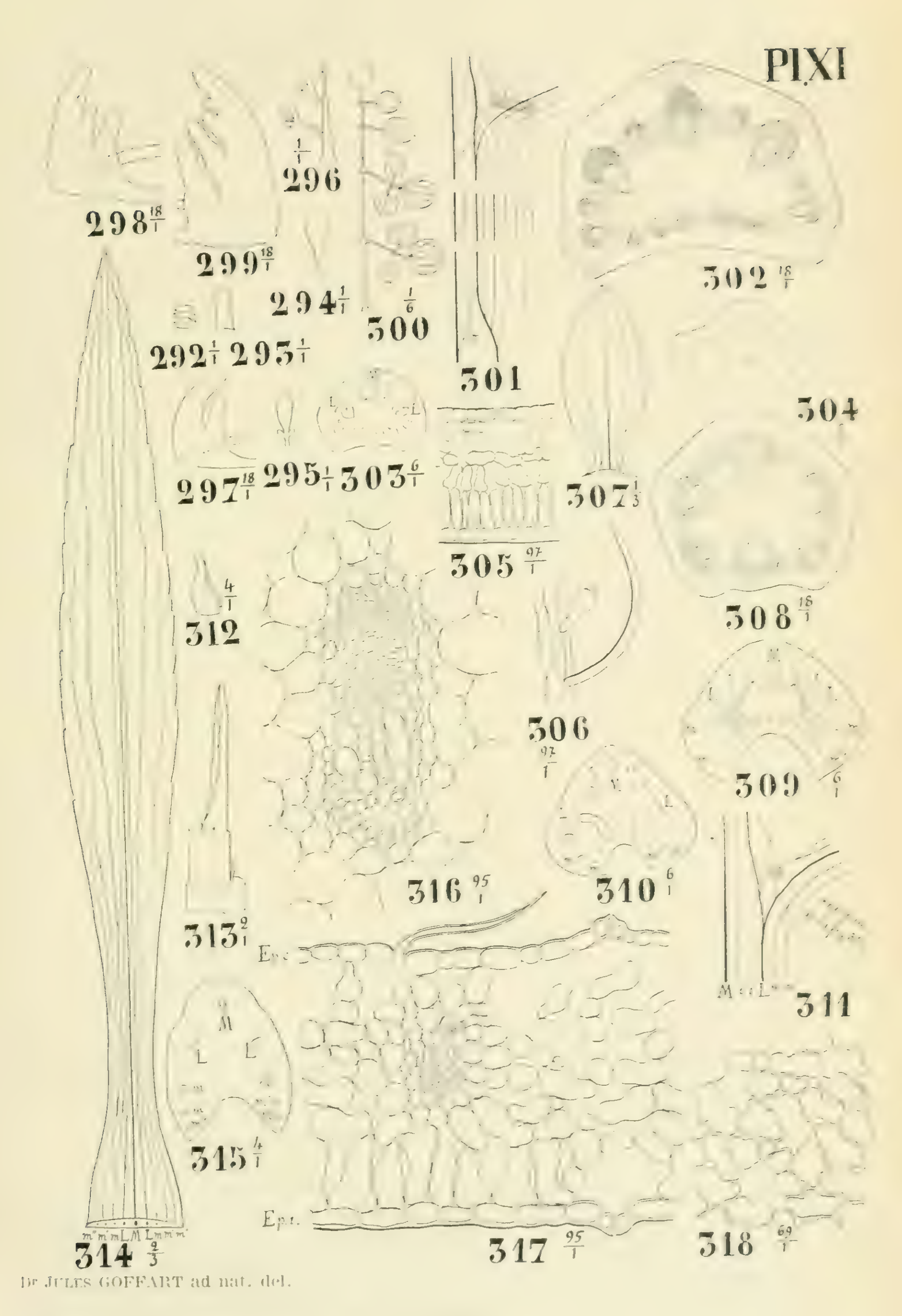
Fig. 292, 293, 294, 295 et 296. — Les premières feuilles de la pousse, p. 93.
Fig. 297, 298 et 299. — Stades successifs de la feuille végétative principale, p. 93.
Fig. 300. — La même à l'état adulte, p. 93.
Fig. 301. — Schéma du parcours dans la même, p. 94.
Fig. 302. — Milieu du pétiole, p. 94.
Fig. 303 et 304. — Deux coupes au sommet du pétiole, p. 94.
Fig. 305. — Section dans le limbe, p. 95.
Fig. 306. — Deux poils sur le pétiole, p. 95.

Genre Clematis.

Fig. 307. — *C. integrifolia.* Feuille adulte, p. 96.
Fig. 308. — *C. Vitalba.* Milieu du pétiole, p. 96.
Fig. 309. — *C. erecta.* Section base du limbe, p. 96.
Fig. 310. — *C. Stans.* Section base du limbe, p. 96.
Fig. 311. — *C. Stans.* (Schéma.) Parcours à la base du limbe, 96.

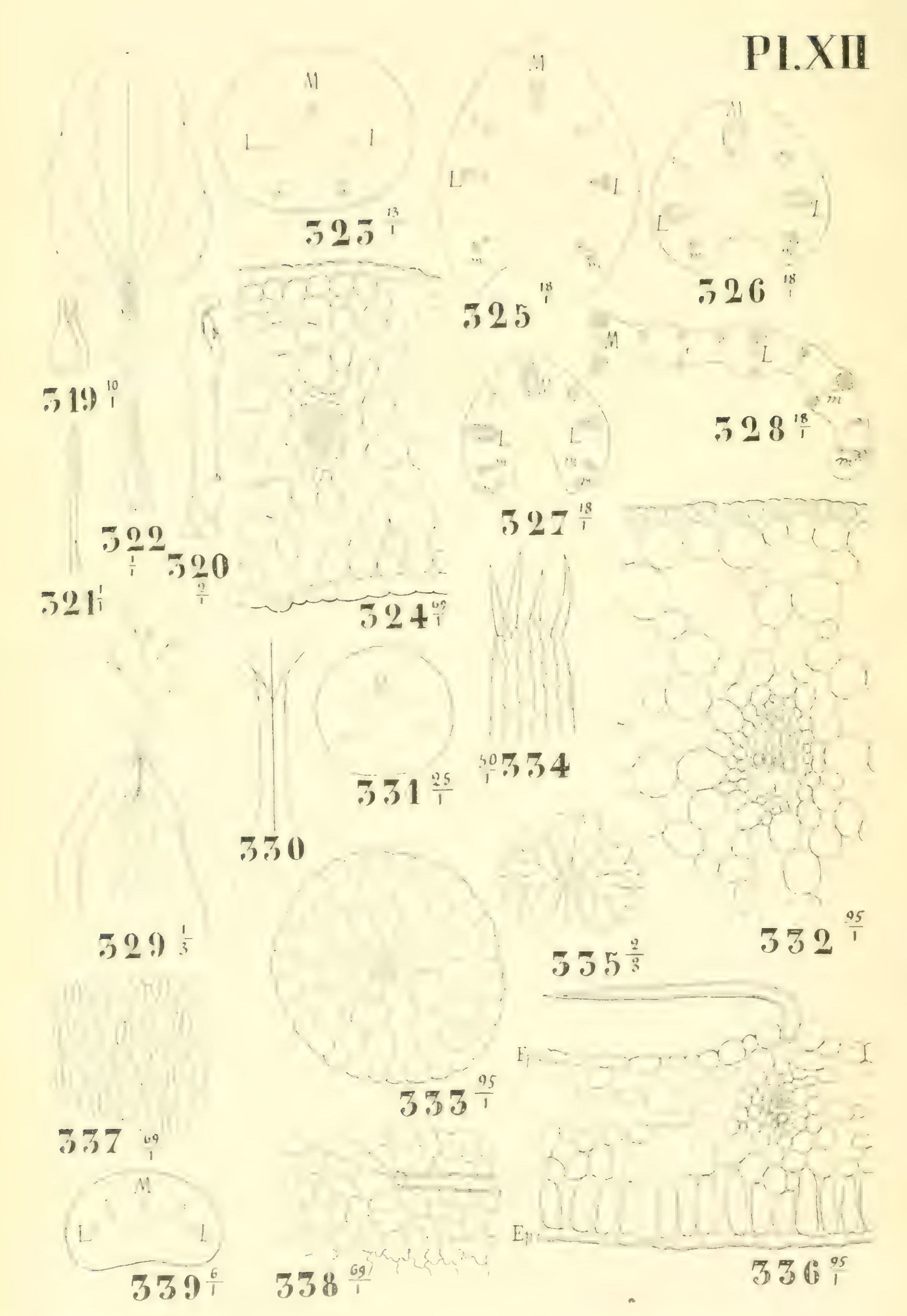
Ranunculus Lingua L.

Fig. 312. — Stade jeune de la feuille végétative aérienne, p. 99.
Fig. 313. — La même au stade de préfoliaison, p. 99.
Fig. 314. — La même adulte avec pétiole ouvert et étalé, p. 99.
Fig. 315. — Milieu du pétiole, p. 99.
Fig. 316. — Faisceau M, p. 99.
Fig. 317. — Section dans le limbe, p. 99.
Fig. 318. — Palissades vues sous l'épiderme interne, p. 100.



CLEMATIS FLAMMULA L. Fig. 292-306.
CLEMATIS, espèces diverses. Fig. 307-311.
RANUNCULUS LINGUA L. Fig. 312-318.

Pl. XII



Dr Jules Goffart ad nat. del

RANUNCULUS LINGUA L. (suite). Fig. 319-324.
RANUNCULUS, espèces à feuilles monacrones. Fig. 325-328.
RANUNCULUS AQUATILIS L. Fig. 329-338; R. FLUITANS Fig. 339.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

Ranunculus Lingua L. (suite).

FIG. 319. — Stade jeune d'une feuille végétative nageante, p. 100.
FIG. 320. — Jeune pousse : dans le bas, les feuilles pérulaires, dans le haut, les feuilles nageantes soulevées par un long entrenœud, p. 100.
FIG. 321. — Feuille nageante en préfoliaison, p. 100.
FIG. 322. — La même adulte, p. 100.
FIG. 323. — Pétiole de la même, p. 100.
FIG. 324. — Son limbe, p. 100.

Renoncules monacrones.

FIG. 325. — *R. Flammula.* Pétiole de la feuille végétative, p. 102.
FIG. 326. — *R. amplexicaulis.* Pétiole de la feuille végétative, p. 103.
FIG. 327. — *R. gramineus.* Pétiole de la feuille végétative, p. 103.
FIG. 328. — *R. gramineus.* Section dans la moitié du limbe de la même, p. 103.

Ranunculus aquatilis L.

FIG. 329. — Une plantule en avril, p. 103.
FIG. 330. — (Schéma.) Parcours dans le pétiole et la base du limbe, p. 104.
FIG. 331. — Milieu du pétiole, p. 104.
FIG. 332. — Le faisceau M, p. 104.
FIG. 333. — Section vers le milieu d'une lanière du limbe, p. 105.
FIG. 334. — Épiderme près de l'extrémité de la même, p. 105.
FIG. 335. — La bractée nageante, p. 105.
FIG. 336. — Section dans le limbe de la même, p. 106.
FIG. 337. — Épiderme interne, p. 106.
FIG. 338. — Épiderme externe, p. 106.
FIG. 339. — *R. fluitans.* Milieu du pétiole, p. 106.

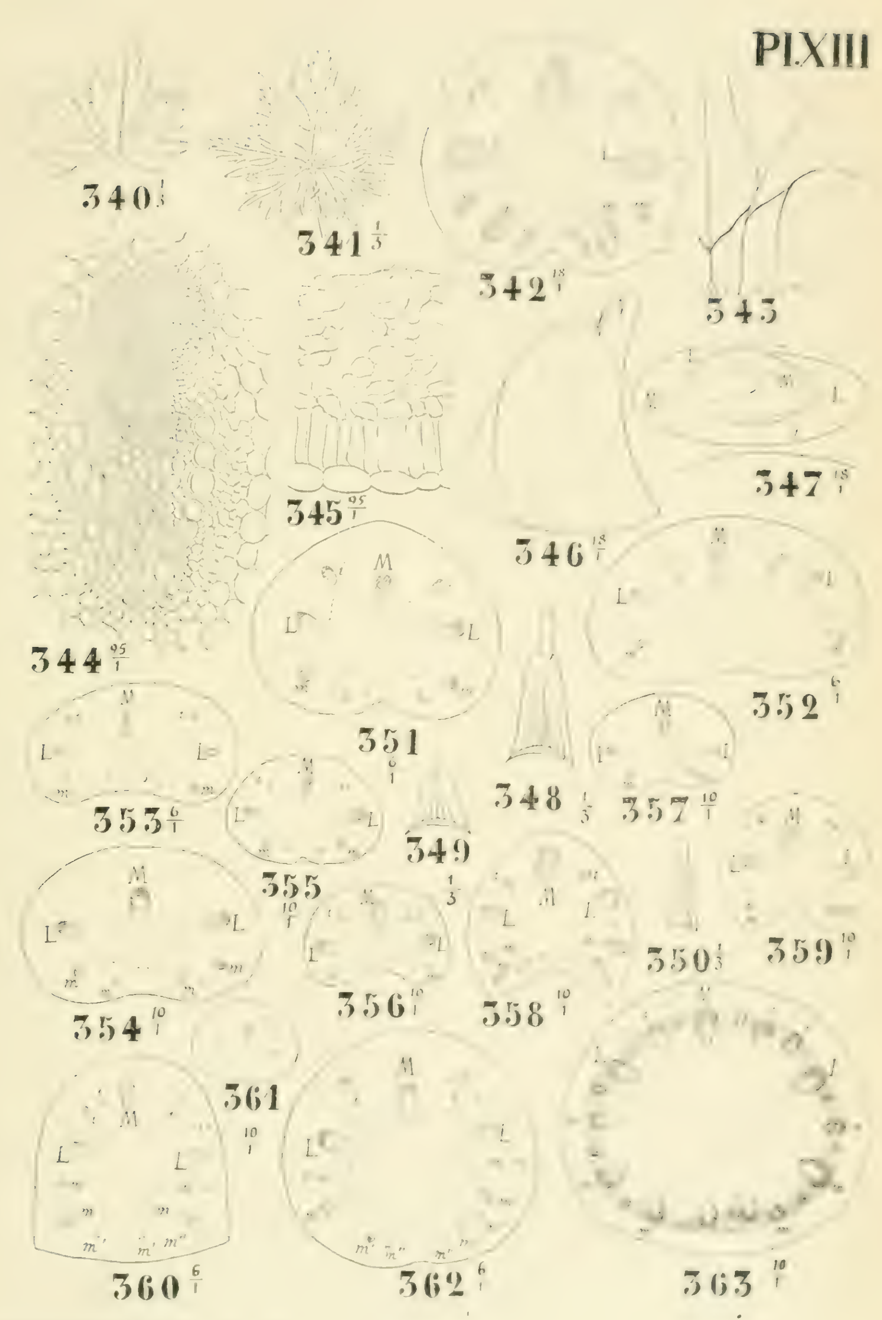
EXPLICATION DE LA PLANCHE XIII.

Ranunculus acris L.

Fig. 340. — Limbe de la feuille la plus complète, p. 108.
Fig. 341. — Limbe de la feuille la plus complète, p. 108.
Fig. 342. — Pétiole de la même, p. 108.
Fig. 343. — (Schéma.) Parcours à la base du limbe, p. 108.
Fig. 344. — Faisceau M au milieu du pétiole, p. 108.
Fig. 345. — Section dans le limbe, p. 109.
Fig. 346. — Préfeuille, p. 109.
Fig. 347. — Section à la base de la préfeuille. p. 109.

Renoncules triacrones et polacrones.

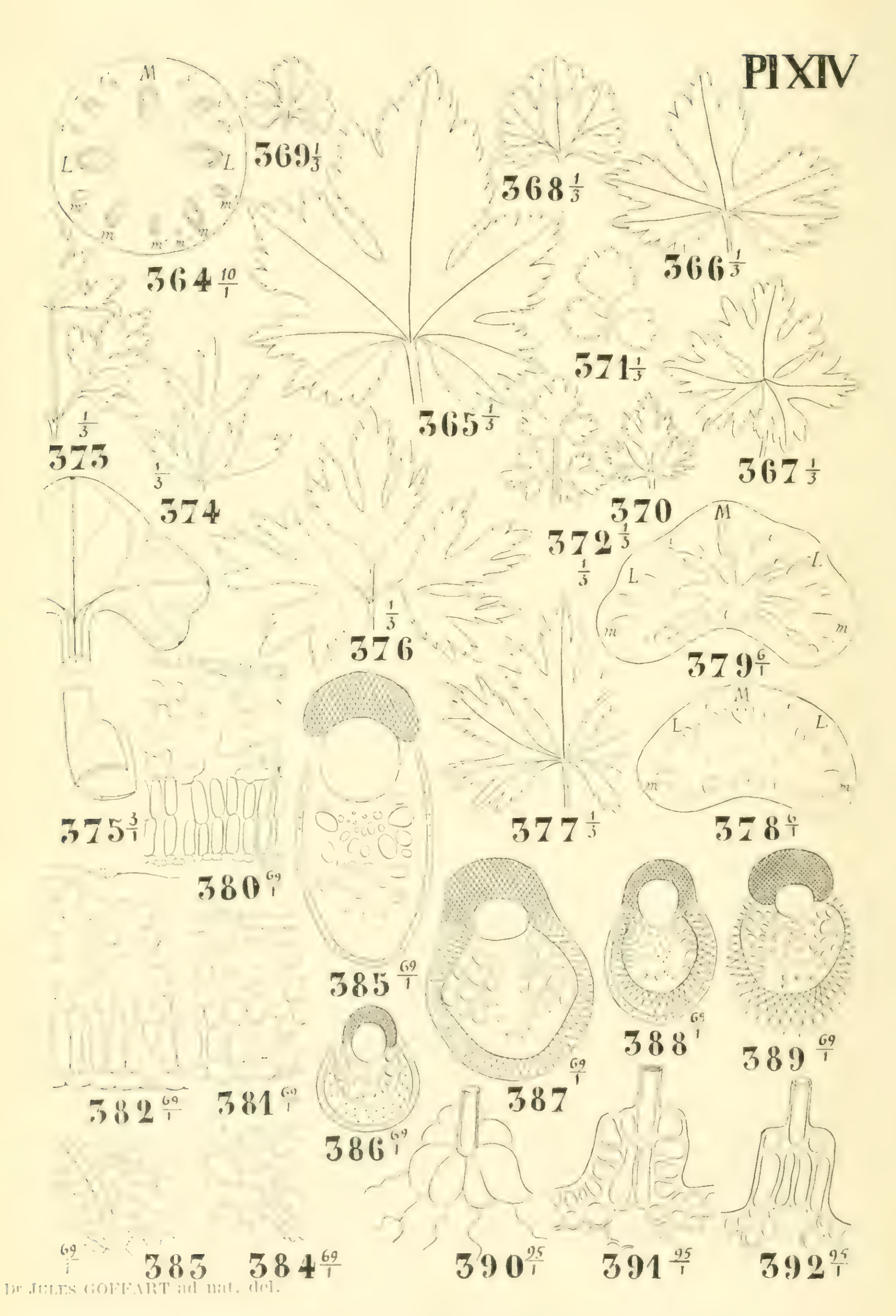
Fig. 348. — *R. repens* L. Gaine auriculo-ailée, p. 110.
Fig. 349. — *R. repens* L. Gaine auriculo-ailée, p. 110.
Fig. 350. — *R. arvensis* L. Gaine simplement ailée, p. 110.
Fig. 351. — *R. repens* L. Milieu du pétiole, p. 110.
Fig. 352. — *R. sceleratus* L. id.
Fig. 353. — *R. sardous* Crantz. id.
Fig. 354. — *R. muricatus* L. id.
Fig. 355. — *R. bulbosus* L. id
Fig. 356. — *R. arvensis* L. id.
Fig. 357. — *R. parviflorus* L. id.
Fig. 358. — *R. auricomus* L. id.
Fig. 359. — *R. nemorosus* DC. id.
Fig. 360. — *R. aconitifolius* L. id.
Fig. 361. — *R. hederaceus* L. id.
Fig. 362. — *R. lanuginosus* L. id.
Fig. 363. — *R. platanifolius* L. id.



Dr Jules Goffart ad nat. del.

RANUNCULUS ACRIS L. Fig. 340-347.

RANUNCULUS, espèces à feuilles triacrones ou polacrones Fig. 348-363.



Dr Jules Goffart ad nat. del.

RANUNCULUS, espèces à feuilles triacrones ou polacrones (suite) Fig. 364-392.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XIV.

Renoncules triacrones et polacrones (suite).

FIG. 364. — *R. tuberosus* Lapeyr. Milieu du pétiole, p. 110.
FIG. 365. — *R. lanuginosus* L. Milieu du pétiole, p. 110.
FIG. 366 et 367. — *R. nemorosus* DC. Limbe adulte, p. 110.
FIG. 368. — *R. muricatus* L. Limbe adulte, p. 110.
FIG. 369. — *R. auricomus* L. id.
FIG. 370. — *R. bulbosus* L. id.
FIG. 371 et 372. — *R. sardous* Crantz. Limbe adulte. p. 110.
FIG. 373. — *R. repens* L. Limbe adulte, p. 110.
FIG. 374. — *R. arvensis* L. Limbe adulte, p. 110.
FIG. 375. — *R. hederaceus* L. Feuille entière, p. 110.
FIG. 376 et 377. — *R. tuberosus* Lop. Limbe adulte, p. 110.
FIG. 378 et 379. — *R. platanifolius* L. Coupes dans le haut du pétiole et à la base du limbe, p. 112.
FIG. 380. — *R. hederaceus* L. Section dans le limbe, p. 112.
FIG. 381. — *R. arvensis* L. Section dans le limbe (spécimen des moissons, 14 mai), p. 113.
FIG. 382. — *R. arvensis* L. Section dans le limbe (spécimen d'un jardin, 21 juin), p. 113.
FIG. 383. — *R. sceleratus* L. Épiderme interne, p. 113.
FIG. 384. — *R. sceleratus* L. Épiderme externe, p. 113.
FIG. 385. — *R. repens* L. Figure demi-schématique du faisceau M, p. 112.
FIG. 386. — *R. bulbosus* L. id.
FIG. 387. — *R. auricomus* L. id.
FIG. 388. — *R. sardous* Crantz. id.
FIG. 389. — *R. arvensis* L. id.
FIG. 390. — *R. sardous* Crantz. Poil de la face externe du limbe, vu un peu obliquement, p. 114.
FIG. 391 et 392. — *R. sardous* Crantz. Deux poils dans le haut du pétiole avec piédestal, p. 114.

TABLE DES MATIÈRES.

Pages.

Notes critiques :

SECONDE PARTIE.

